Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

Emerging Technologies with Emphasis on Photonics

Copyright Information

Preface

Introduction

Preamble

- References

Overview

Photonics-Based *In Vivo* Clinical Technologies

- 1. Goals and Opportunities
- 2. Description
- 3. Importance
- 4. Alternatives
- 5. Maturity and Risk
- 6. Availability
- 7. Breadth of Application
- 8. References
- 9. Contacts

Labaratory-Based Technologies

- 1. Goals and Opportunities
- 2. Description
- 3. Importance
- 4. Alternatives
- 5. Maturity and Risk

5. Maturity and Risk
- 6. Availability
- 7. Breadth of Application
- 8. References
- 9. Contacts

Summary Statement

Appendices

- A: Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee
- B: Working Group 5 Membership List
- C: Critical Technology Template

Back to **MAIN PAGE**

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Canada
http://strategis.gc.ca

101-04503/

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

This publication is also offered electronically in HTML and PDF formats on the Internet at http://strategis.ic.gc.ca/medimage.

For further information about the Medical Imaging Technology Roadmap, please contact:

Life Sciences Branch
Industry Canada
Phone: (613) 952-2022

© Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee, 2001

Published and distributed by Industry Canada on behalf of the Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee. The views expressed are those of the authors and not necessarily those of the Government of Canada.

Aussi disponible en français sous le titre *Technologies émergentes avec accent mis sur l'optoélectronique*. Une version électronique du document français est disponible à l'adresse suivante : http://strategis.ic.gc.ca/imagemed.

Catalogue No.: C21-30/5-2000E
ISBN: 0-662-29752-0

Back to Table of Contents

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

Preface

This report of the Emerging Technologies with Emphasis on Photonics Working Group is one of five that comprise the Medical Imaging Technology Roadmap. This Roadmap is intended to provide a market-driven forecast of technologies needed to improve patient care and enhance the global competitiveness of the Canadian medical imaging sector. The Roadmap is expected to strengthen technology development, diffusion and adaptation, and help to guide public and private sector decision making with respect to product development, investment, human resources and other policy areas.

The 14-person Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee provides overall direction and guidance for this project (see Appendix A for the membership list). Steering Committee members represent companies, researchers, clinicians and government organizations involved with the Canadian medical imaging sector. Industry Canada is the catalyst and facilitator of the roadmapping process. A total of 75 people representing more than 50 organizations have participated in the project, creating opportunities for potential alliances and information sharing. Visit the web site at http://strategis.ic.gc.ca/medimage to view the following reports:

- WG1 - Future Needs for Medical Imaging in Health Care (2000)
- WG2 - Image Generation and Capture (2001)
- WG3 - Transmission and Connectivity (2001)
- WG4 - Image Analysis and Visualization (2000)
- ORTECH - Medical Imaging: Discussion Paper (1999)

These reports are available in French at the same Web address.

Table of Contents Next

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

INTRODUCTION

1. Scope

The scope of the Emerging Technologies with Emphasis on Photonics Working Group was to identify and describe enabling technologies not covered by the other Working Groups that need to be developed in order to fulfil future patient and market needs.

2. Membership

The Emerging Technologies with Emphasis on Photonics Working Group comprises clinicians and representatives of the corporate sector and the research community. Appendix B contains the complete membership list.

3. Outline

This report identifies and describes emerging technologies with particular emphasis on photonics. The principal topics covered are photonics-based *in vivo* clinical technologies andlaboratory-based technologies.

The working group used a critical technology template (see Appendix C) to bring consistency to its work. Group members agreed that they would omit a heading from the template or add a new one at the end when the need was compelling; however, they would use existing headings to the extent possible.

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Canada

http://strategis.gc.ca

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

PREAMBLE

▸ References

Changes in radiological science may, on the one hand, originate from innovations in the tools used to image disease. The introduction of computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI) and positron emission tomography (PET) since the 1960s reflect such an imperative. On the other hand, radiology is not undertaken in isolation, and changes in medical practice provide a second imperative that is driving change in the radiological sciences, one that is likely to become dominant in this new century. This will be particularly true as the physical energies used to interrogate the body are nearly all explored. It has been observed that "medicine will change more in the next twenty years than in the past two thousand."[1]. In the light of this, it is relevant to reflect on what factors will drive such change. With the definition of the human genome and advances in molecular medicine, humankind is poised for the first time in history to understand the causes of illness and human disease at a fundamental biomolecular level, rather than at the cell or bedside level But there has to be a reconciliation of molecular medicine and the treatment of people, of the submicroscopic and the macroscopic, which can only be brought about through imaging methods of sufficient sophistication and power.

It is necessary here to pause and consider the short history of the radiological sciences, dating from Röntgen's discovery of X-rays in 1895 — barely more than a century ago. Many of the techniques that have since evolved provide sophisticated means of diagnosing anatomical abnormalities, be they fractures of long bones or stones in the gall bladder. More recently, techniques such as functional magnetic resonance imaging (fMRI), magnetic resonance spectroscopy, PET and optical imaging have begun to show how the body works rather than simply how it is constructed. The respective sensitivities of these techniques to metabolic events have been explored.[2]. The ability to reconcile molecular medicine with clinical bedside care will only be possible when emphasis comes to be placed on measuring and imaging bulk biochemical and molecular events *in vivo*[3-5]. Recognition of the importance of this is implicit in the plans in the United States to spend US$180 million over the next five years on molecular imaging.[6].

Thus, a new field is emerging, often not represented in the traditional radiological literature, with the risk of a dichotomy developing between radiological practice and imaging research. Examples of emerging techniques in biochemical imaging include the following:

- imaging of gene and transgene expression;[7-10];

- *in vivo* detection of tumour angi genesis, matched by the growing importance of anti-angiogenesis modulation in the treatment of c..ncer;[11-12];
- early detection of disease before phenotypic change;[13];
- advances in cancer management beyond imaging tumor burden extent (size) to examine tumor kinetics and gene expression, among other things;[13-15].
- functional imaging to accelerate the process of drug development and evaluation; thus, it is no coincidence that several drug companies maintain or support imaging centres;[13]; and
- fusion imaging, in which anatomical and functional images are overlaid.

At the same time, PET, fMRI, and magnetoencephalography are being used to explore brain metabolism, function and plasticity, thereby leading to insights about human behaviour and neurological and psychiatric disease.[7-16]

While reflecting on the future, it is important to consider the limitations of, and constraints upon, radiological science. At present, the practice of much of radiology, like that of much of medicine, lacks a clearly defined evidentiary basis. This needs to be remedied. Likewise, no amount of technical virtuosity seems likely to overcome, on a global scale, the social determinants of much human disease. Society needs to establish a balance between spending on technology and on the resources used in efforts to eliminate hunger and poverty. Indeed, the International Society of Radiology has concluded th t two thirds of the world's population does not have access to any but the most rudimentary radiological services. These are all challenges enough for the foreseeable future.

REFERENCES

1. Quoted in: Smith R. The medium is the medicine. Odyssey 1997; 3: 16-17.
2. Paans AMJ, Vaalburg W, Woldring MG. A comparison of the sensitivity of PET and NMR for in vivo metabolic imaging. Eur J Nucl Med 1985; 11: 73-75.
3. Boesch C. Molecular aspects of magnetic resonance imaging and spectroscopy. Mol Aspects Med 1999; 20: 185-318.
4. Phelps ME. PET: the merging of biology and imaging into molecular imaging. J Nucl Med 2000; 41: 661-681.
5. Weeissleder R. Molecular imaging: exploring the next frontier. Radiology 1999; 212: 609-614.
6. www.molecularimaging.org
7. Urbain JL. Oncogenes, cancer and imaging. J Nucl Med 1999; 40: 498-504.
8. Bell JD, Taylor-Robinson SD. Assessing gene expression in vivo: magnetic resonance imaging and spectroscopy. Gene Ther 2000; 15: 1259-1264.
9. Yang P, Farkas DL, Kirkwood JM, Abernethy JL, Edington HD, Becker D. Macroscopic spectral imaging and gene expression analysis of the early stages of melanoma. Mol Med 1999; 12: 785-794.
10. Weissleder R, Moore A, Mahmood U. In vivo magnetic resonance imaging of transgene expression. Nature Med 2000; 6: 351-354.
11. Sipkins DA, Cheresh DA, Kazemi MR, Nevin LM, Bednarski MD, Li KC. Detection of tumour angiogenesis in vivo by aVb3-targeted magnetic resonance imaging. Nature Med 1998;4: 623-626.
12. Bredow S, Lewin M, Hofmann B, Marecos E, Weissleder R. Imaging of tumour neovasculature by targeting the TGF-beta binding receptor endoglin. Eur J Cancer 2000; 36: 675-681.
13. Wessleder R. Radiology's next frontier: molecular imaging. Radiology 2000; 217: S23-24.
14. Dalsasop TA, Lowe VJ, Dunphy FR, Martin DS, Boyd JH, Stack BC. FDG-PET in evaluation of chemotherapy in advanced head and neck cancer. Clin Posit Imaging 2000; 3: 1-5.
15. Higash K, Ueda Y, Yagishita M, Arisaka Y. Sakurai A, Oguchi M, Seki H, Nambu Y, Tonami H, Yamamoto I. FDG PET measurement of the proliferative potential of non-small cell lung cancer. J Nucl Med 2000; 41: 85-92.
16. Raichle ME. Behind the scenes of functional brain imaging: a historical and physiological perspective. Proc Natl Acad Sci USA 1998; 95: 765-772.

Back Table of Contents Next

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Canada
http://strategis.gc.ca

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

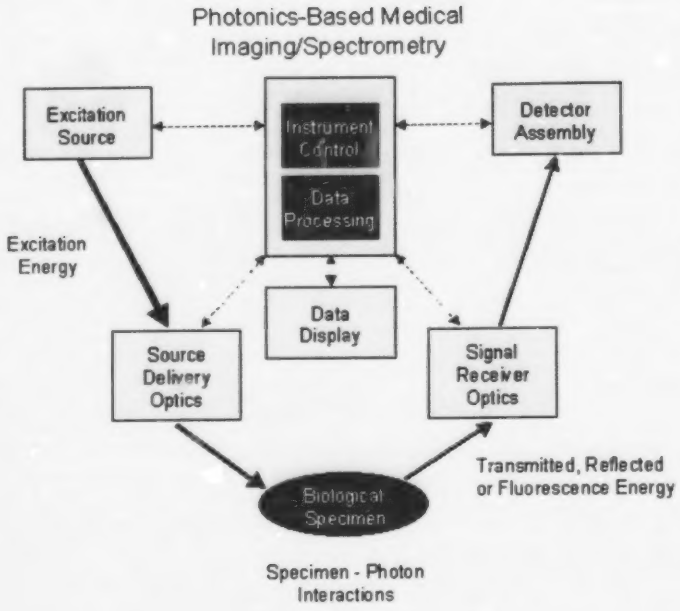
OVERVIEW

Medical imaging was divided traditionally between two major streams: anatomical imaging (usually within the realm of the radiologist) and microscopic imaging (often the role of clinical pathologists). While the family physician or general surgeon relied heavily on clinical observation for diagnosis, much of the medical imaging was left to other specialists. There were many reasons for these divisions aside from the obvious specialist training requirements. Radiology involved high capital costs for major equipment installations, along with high operating costs for maintenance and service. Centralized facilities and dedicated staff made economic sense. Microscopic imaging, in turn, often involved extensive sample preparation procedures and did not lend itself to real-time examinations. Consequently, medical imaging for the practicing clinician was often limited to endoscopic examinations — invasive procedures that would augment conventional clinical observations. The challenge, then, is to identify affordable, easy-to-use imaging methods that could provide useful diagnostic information at a doctor's office or a patient's bedside.

Table 1 introduces the basic characteristics and differences between the traditional methods and suggests some of the needs and benefits of emerging technologies.

	Traditional Medical Imaging		Emerging Technologies
Imaging Mode	Anatomical imaging (performed by radiologists)	Microscopic imaging (performed by clinical pathologists)	Spectroscopic imaging (performed by clinicians)
Features of Interest	Anatomical changes	Cellular or molecular changes	Molecular changes of macroscopic areas
Image Display:	Most images displayed as 2-D slices or 3-D reconstructions with a possibility for time or phase-resolved additional dimension	Usually a 2-D image with 3-D image reconstruction based upon serial sections from microtome tissue samples	Most images displayed as 2-D or 3-D reconstructions of spectral (chemical) concentration gradients
Spatial Resolution	Macroscopic areas of interest often greater than 1.0 mm in size	Microscopic areas of interest usually less than 1.0 mm in size	Macroscopic or microscopic depending upon technology applied
Sampling Mode	Non-invasive, usually involves *in vivo* measurements on the patient	Invasive, often based upon tissue biopsy specimens	Often involves non-invasive, *in vivo* measurements
Period from Collection of Image until Medical Diagnosis	Often hours or days	Hours or days	Real time to minutes
Typical Imaging Modalities	X ray, ultrasound, CT, MRI	Electron or light microscopic methods	Refer to subsequent tables

Spectroscopic imaging is illustrated in its most general sense in Figure 1. Variations in the type of spectroscopic imaging depend on the type of excitation source, the physics of tissue-source interaction, and the subsequent method of detection.

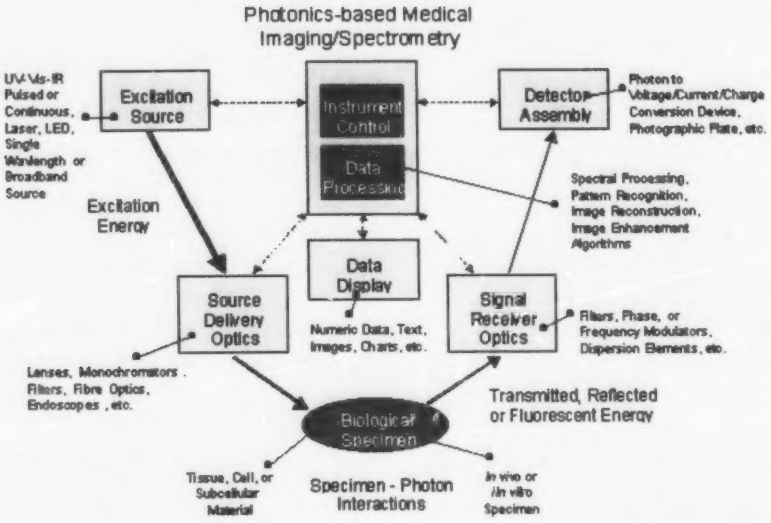


Choices in the type of biological specimen under investigation along with the subsequent "contrast mechanism" give rise to a number of laboratory imaging methods:

		Fluorescence					
Technology	**Reflection/ Transmission**	**Intensity**	**n-Photon**	**Lifetime**	**Raman**	**IR and NIR**	**Interferec**
Microscopy	++	++	+	+	+	++	+
Macroscopy	+	+				+	
Genetic Microarray		++					
Spectral Mapping	+	+				+	+
Microendoscopy	+	+					
Assay Array Scanning	++	++					

+ some demonstration to date
++ strong indication

Figure 2 shows some of the options for the components of spectroscopic imaging when developing a new imaging device.



Many of the advances in new medical imaging methods are based on enabling photonic technologies for the spectrometer's optical elements such as those listed below.

Sources

- Ultrafast pulsed lasers provide high power excitations for time-resolved spectroscopic measurement.
- Rapidly tunable sources can facilitate spectral fluorescence.
- Multiple discrete sources (and detectors) can facilitate physiological measurements in the visible through infrared regions of the spectrum.

Detectors

- High spatial and/or spectral resolution.
- High sensitivity.
- High dynamic range based on charge-coupled device arrays.

Other optical/mechanical components

- Compact high-quality dispersive elements (gratings and prisms).
- Improved fibre-optic probe design and construction (for source delivery and/or emitted signal collection).
- Micromechanical components for routing optical paths.

At the same time, optically labelled tracers are being developed to facilitate imaging of pharmacological and/or functional pathways.

Reduced hardware costs for embedded computers or computer workstations have meant faster mathematical processing, inexpensive memory (RAM) and abundant data storage for the massive data arrays associated with digital imaging. This has led to better "chemometric" software that manifests itself in faster, better algorithms for the collection and manipulation of images, for feature recognition and extraction, image compression and correlation of spectral images with physiological phenomena. (For more information, see past issues of the *Journal of Chemometrics* or *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*.) In the critical technology templates that follow, the spectroscopic imaging methods are classified on the basis of either photonics-based *in vivo* clinical techniques or laboratory-based technologies. The references provided within these sections can be used to explore this

emerging field in greater detail.

Back Table of Contents Next

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Canada
http://strategis.gc.ca

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

PHOTONICS-BASED *IN VIVO* CLINICAL TECHNOLOGIES		
▸ Goals and Opportunities	▸ Description	▸ Importance
▸ Alternatives	▸ Maturity	▸ Availability
▸ Breadth of Application	▸ References	▸ Contacts

1. GOALS AND OPPORTUNITIES

There is an evolving capability for novel non-invasive or minimally invasive clinical imaging methods based on optical (photonic) technologies. The clinical information arises from changes in the characteristics of light (ultraviolet, visible or infrared) when it interacts with tissue. While a number of optical imaging techniques such as endoscopy and ophthalmoscopy are well established, new photonic technologies and increased understanding of light-tissue interactions have recently expanded the opportunities for in vivo optical imaging considerably. Many of the new techniques are still at the developmental stage, although penetration into clinical practice has started to occur and is expected to accelerate. The potential of this field is still largely unexplored, as evidenced by the recent emergence of methods and instruments based on radically new approaches to optical interrogation of tissue (e.g. optical coherence tomography, photon migration imaging and elastic scattering imaging).

The potential roles of optical imaging include diagnosis (e.g. detection of disease, particularly early detection), staging, disease localization for therapeutic guidance, monitoring of therapeutic response, and monitoring of metabolic and physiological functions.

Optical imaging may be combined with other imaging modalities, such as radiological imaging, since there is minimal "interference" among the technologies. Components such as optical fibres are compatible with, for example, the magnetic field environment of magnetic resonance imaging.

Optical probing of tissues may be carried out as a non-imaging method, using fibre-optic point spectroscopy. In this case, the instrumentation is usually simpler and cheaper, and the spectral information content can be very high, since wavelength scanning can be performed. These methods may be either stand-alone, as in the case of non-invasive optical monitoring of glucose and other analytes, or may be combined with optical imaging, such as when complete spectra are measured at discrete points in tissue under optical image guidance.

2. DESCRIPTION

Optical imaging of tissue falls into three main categories: surface, subsurface and volume imaging. In the first two categories, accessible body surfaces are imaged. With fibre-optic light delivery and/or collection, this includes the surfaces of internal hollow organs (the oral cavity, bronchus, gastrointestinal tract, bladder and female reproductive tract) and of surgically exposed tissues. The optical transparency of the eye gives an obvious "window" to posterior structures such as the retina. Volume imaging of the breast or brain, for example, may be achieved by methods that are somewhat analogous to X-ray tomography, using multiple (fibre-optic coupled) light sources and detectors placed around the head, breast or limbs.

Optical imaging depends on measuring changes to one or more properties of light as a result of its interaction with tissues. The following are the main changes:

- **spectral**: the spectrum of detected light is altered by absorption, with or without subsequent emission of fluorescence or by inelastic (Raman) scattering;
- **spatial**: the distribution of light is altered by local absorption and/or scattering; and
- **temporal**: the propagation time of light through tissue is altered by reflection, absorption and/or elastic scattering, or by delayed emission of fluorescence.

In addition, properties such as the polarization and phase of light may be exploited in the future. The established and evolving optical modalities include those described below.

Endoscopy: White-light endoscopy is a well-established and widely used modality. There are two main types of endoscopes: fibrescopes that use a fibre-optic bundle to transfer the image of an internal tissue surface to an external detector, and videoscopes in which the detector array is at the distal end of the endoscope and the signal is transferred electronically. The image is a white-light display of the tissue surface. Evolving extensions of this technology include magnification chromoendoscopy using high-magnification optics and spray staining with vital dyes, and fluorescence endoscopy based on either the intrinsic fluorescence of tissues (autofluorescence) or administered fluorescent dyes. Optical coherence tomography devices and confocal microscopy also can be used endoscopically (see below). Spectroscopic fibre-optic point probes placed through the instrument channel of the endoscope may be used as an adjuvant to standard white-light endoscopy.

Opthalmoscopy: There are many established optical devices for imaging both the anterior and posterior parts of the eye, based on direct viewing by the operator or photographic, digital or video recording. This may include the use of fluorescent dyes, such as in fluorescein angiography to image the retinal blood vessels. More recent advances include laser doppler retinal blood-flow instruments and confocal laser scanning ophthalmoscopy (CLSO). In CLSO, a laser beam is scanned in a raster fashion and the optics are arranged with a single-element photodetector to build up an image of thin "slices" of very high resolution within the retina. Optical coherence tomography is also used to make high subsurface cross-sectional scans of the anterior or posterior structures. CLSO instruments are commercially available and are used for specialized examinations.

Fluorescence imaging: This is based on imaging either the tissue autofluorescence or that of administered dyes (fluorophores). The technology may be relatively simple in the case of dye-enhanced fluorescence imaging of skin, the oral cavity or surgical fields, or may be more complex in the case of fluorescence endoscopy. This is an evolving technology, both in terms of the devices and the fluorophores. A laser or high-powered filtered lamp source is required to excite the fluorescence and high-sensitivity array detectors, such as intensified charge-coupled devices, to capture the image in one or more wavelength channels. An autofluorescence-based endoscopy system for use in the lung has become commercially available within the last few years. Fluorescence techniques may involve both devices and "drugs," in the form of administered fluorescent dyes.

***In Vivo* Confocal Microscopy**: This is an evolving technology that is the *in vivo* equivalent of confocal laser scanning microscopy applied to accessible tissue surfaces. This can operate either by reflected light

or fluorescence. Very high subsurface resolution can be achieved in planes parallel to the tissue surface. Large-area scanning (macroscopy), up to millimetres or centimetres across, is under development, using special laser-scan lenses. Prototype endoscopic confocal instruments have been demonstrated.

Optical Coherence Tomography (OCT): OCT was first introduced in the early 1990s. It is the optical analogue of high-frequency ultrasound imaging, since it involves depth profiling of light backscattered from tissue microstructures. Since the speed of light is so high, measuring direct time-of-flight is not feasible for achieving the required depth resolution (~10 µm). Instead, an interferometric technique is employed, using a short-coherence-length light source (superluminescence diode or femtosecond [fs] laser). Two-dimensional images are generated, usually by lateral scanning, as in B-mode ultrasound. Unlike ultrasound, this does not require contact or water coupling to the tissue and can also be used for hard tissues such as bone and teeth. With fibre-optic light delivery and collection, endoscopic OCT is possible, although it is still at the experimental stage. Very high resolution (~µm) has been demonstrated under special conditions. An ophthalmic OCT system is commercially available.

Optical Tomography/Volume Mapping: Achieving the optical analogue of X-ray, PET or MRI imaging is difficult because of the limited penetration of light in tissue and its very high scattering. However, in the near-infrared spectral region (~700-1200 nm) there is an "optical window" that allows imaging through many centimetres of tissue. For example, transmission spectroscopy (non-imaging) is in routine clinical use for neonatal brain oxygen monitoring. Initial attempts to exploit this for breast cancer detection (diaphanography) based on imaging continuous wave light transmission yielded insufficient tissue contrast. In the past decade, imaging exploiting the photon time-of-flight in tissue (~0.2 mm per picosecond) has become possible. This is done either with a picosecond laser source and directly timing the light with an ultrafast detector (time-correlated photomultiplier tube or streak camera), or by imposing a high-frequency (~100 MHz) modulation on a laser source and using phase-locked detection of the phase shift and intensity demodulation of the diffusely transmitted or reflected light. Non-invasive imaging of the female breast and below the surface of the brain have been demonstrated, and there are numerous experimental systems currently undergoing clinical trials for various applications. In addition to mapping of endogenous tissue chromophores (particularly hemoglobin and oxyhemoglobin), absorbing or fluorescent contrast agents are under development. For the latter, the fluorescence lifetime provides the contrast mechanism, as it adds to the photon time delay due to migration through the tissue.

Elastic Scattering: It has recently been demonstrated that, by cross-polarization suppression or numerical subtraction of the diffusely reflected (multiply scattered) light from tissue, the fine spectral structure from the superficial layers can be measured. This is due to light that has undergone few elastic scatters and so carries information on the size distribution of scattering "particles," primarily cell nuclei. This method has been demonstrated in point-spectroscopy mode for mucosal structures, such as those in the gastrointestinal tract, to detect pre-malignant changes. Imaging instruments are at an early stage of development. Very high spectral resolution (~nm) is required across a wide visible wavelength range. The enabling technologies required for these optical imaging systems include some or all of the following:

- lasers and other light sources with specific spectral (wavelength) features;
- optical fibres and fibre bundles to deliver the excitation light to the tissue and to collect the light emerging from the tissue;
- high-sensitivity point or array light detectors with appropriate spectral and, in some cases, temporal response;
- fast electronics to convert and capture the detector output; and
- high-speed computers to analyze the optical images.

3. IMPORTANCE

The fundamental advantage of *in vivo* optical imaging is that it can directly provide "molecular" information, because the photon energies are in the range of molecular energy levels. In addition, since the wavelength involved is small, light is sensitive to the tissue microstructure. Hence, optical imaging fits well with advances in molecular medicine and is likely to play a major role as new molecularly

based diagnostic and therapeutic techniques are implemented. Optical imaging can also be performed with little or no hazard to the patient.

The major challenge is to extract the information from the response, given the limited penetration of light in tissue and the very high degree of scattering that occurs. Advances in light sources, and in detectors in particular, combined with optical fibres, are generating new paradigms for overcoming these limitations.

4. ALTERNATIVES

Optical imaging is largely complementary to other established and evolving imaging modalities. For high-resolution surface and subsurface imaging of skin, hollow organs and the eye, it is unlikely to be surpassed generically. There may, however, be specific niche applications for which other methods are superior or comparable * high-frequency ultrasound imaging versus optical coherence tomography, for example. Light-based endoscopy will remain significantly cheaper than "virtual" endoscopy using, for example, high-resolution volume MRI or CT. Optical volume imaging of tissues will not achieve the spatial resolution of techniques such as MRI or CT but, using absorption- or fluorescence-based contrast agents, should become competitive in performance with radionuclide imaging for some applications.

5. MATURITY AND RISK

While some of these clinical technologies are very mature (e.g. white-light endoscopy), many are recent inventions and are still at the developmental stage or are just entering clinical practice. There is an explosive evolution of photonic technologies generally, driven primarily by the needs of fibre-optic-based telecommunications and other applications, such as displays. As a result, the enabling technologies are advancing daily, so that there is a high risk of obsolescence, as well as opportunities for completely novel techniques. For example, OCT is based on short-coherence light sources (superluminescence diodes or fs lasers) and fibre-fibre couplers that have only become available in the last decade and, in the case of fs lasers, represent a technology that is still immature. Similarly, autofluorescence endoscopy requires very-high-sensitivity charge-coupled device array detectors, the performance and cost of which are still changing significantly.

6. AVAILABILITY

There are a number of long-established international endoscopy and ophthalmoscopy companies, whose range of products is expanding to include the novel optical technologies described above. In addition, there is a rapidly expanding number of small companies focussing on either specific market sectors and/or specific technologies. The modalities for which devices are currently available commercially are indicated in the descriptions above. The availability of these technologies will for some time continue to be heavily dependent on the development and commercialization of the component-enabling technologies.

7. BREADTH OF APPLICATION

These optical technologies have a wide variety of clinical applications. They may be used for many medical conditions and at several points along the detection, diagnosis, staging, treatment monitoring and follow-up path.

Since the enabling optical technologies are driven largely by high-volume consumer markets such as telecommunications, optical imaging should show an increasing cost advantage for many applications. Compactness, low weight and robustness are other intrinsic advantages of optical technology. Hence, these instruments should become more widely distributed, to point of care, for example, than imaging modalities based on large and expensive technologies. For the same reasons, optical imaging is likely to be dominated by many application-specific devices, rather than by generic, all-purpose systems.

8. REFERENCES

The following scientific publications specifically cover biomedical optics:
Journal of Biomedical Optics: www.spie.org
SPIE Progress in Biomedical Optics conference proceedings: www.spie.org

In addition, the following specialist optical science and technology journals commonly discuss biomedical optics:
Applied Optics: www.osa.org
Optical Engineering: www.spie.org
Applied Spectroscopy: www.s-a-s.org

The following specialized clinical journals focus on biophotonics applications:
Lasers in Surgery and Medicine: www.interscience.wiley.com
Lasers in Medical Science: www.hbuk.co.uk
Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery: www.liebertpub.com

The following trade journals cover photonics, including biomedical applications:
Biophotonics International: www.biophotonics-mag.com
Photonics Spectra: www.photonicsspectra.com
Laser Focus World: www.laser-focus-world.com

9. CONTACTS

9.1 Industrial Contacts

The above trade journals and their Web sites are an excellent point of entry for industry contacts.

9.2 Academic and Clinical Contacts

The members of specialized medical laser societies are useful contacts for clinicians (and scientists) using biophotonic techniques:
American Society for Laser Surgery and Medicine: www.aslms.org
European Medical Laser Association: www.emla.net

In addition, the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE: www.spie.org) and the Optical Society of America (www.osa.org) run many general and topical conferences on biomedical optics.

Brian Wilson, the primary author of this document, may be contacted directly at the Ontario Cancer Institute at the University of Toronto:
wilson@oci.utoronto.ca

Back Table of Contents Next

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Canada
http://strategis.gc.ca

Industry Canada Industrie Canada Canada

Home | Site Map | What's New | About Us | Registration

strategis.gc.ca → Index: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Business Information by Sector → Health Industries

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

LABORATORY-BASED TECHNOLOGIES

▸ Goals and Opportunities	▸ Description	▸ Importance
▸ Alternatives	▸ Maturity	▸ Availability
▸ Breadth of Application	▸ References	▸ Contacts

1. GOALS AND OPPORTUNITIES

There is a need to provide and extend for the analysis of patient specimens laboratory instrumentation that utilizes increased molecular information content. The opportunity and ability to do so has been made possible by the development of molecular probes of high specificity, the ability to extract and amplify specific genes from biological specimens, and the development of high-sensitivity and rapid optical imaging instrumentation. The first two enabling technologies are the result of advances in modern molecular biology and biotechnology, while the associated instrumentation results from advances in photonics technologies.

These technologies have the potential to improve the accuracy of pathological diagnosis based on tissue and cell imaging. The development of genetic microarrays enables rapid, low-cost genetic fingerprinting of individual patients, pathologies and pathogens.

2. DESCRIPTION

There are two main categories of technology — optical microscopies, and genetic microarray imaging.

2.1 Optical microscopy

This is an old, established technology. However new enabling technologies — lasers, high- sensitivity digital light detectors and detector arrays, and high-efficiency spectral scanning and computing — have significantly extended both the classes and capabilities of microscopes now available. Examples include the following:

- confocal laser scanning microscopy, which provides very high resolution 3-D imaging in reflection, transmission and fluorescence modes;
- confocal laser scanning macroscopy, which extends the capabilities to large-area specimens,

including tissue imaging and microarrays (see below);
- Raman microscopy, which provides images based on biochemical characteristics of the sample;
- infrared microscopy, which is complementary to Raman microscopy;
- hyperspectral microscopy in which a "data cube" of images are produced at many separate optical wavelengths; and
- digital microscopes that use digital array detectors along with conventional optics.

These instrument capabilities are complemented by the availability of an increasing range of optical contrast agents of high diagnostic specificity.

A Canadian company, Biomedical Photometrics Inc., holds several patents in confocal macroscopy and spectrally resolved confocal microscopy.

2.2 Genetic microarrays

These are a recent development in which DNA is extracted from a specimen of interest and exposed to a series of known DNA probes arranged as a 2-D array. By labelling the unknown material with, for example, a fluorescent tag, an optically readable array is generated by its selective binding to the array template. This allows the expression level of individual gene sequences to be determined for subsequent bioinformatics analysis (i.e. for matching with genetic sequence libraries). The imaging instrumentation may be of several types, including laser scanning and charge-coupled device array imaging.

3. IMPORTANCE

The new optical microscopies provide greatly enhanced spatial and molecular information on the tissue or cell specimen being imaged. For example, tissues may be stained with several molecular markers at the same time, each intended to image different targeted pathological features, so that the spatial relationships of these features can be determined. This procedure can markedly enhance the diagnostic information obtainable. Similar multispectral information may be obtained at the cytogenetic level to increase the information content of karyotyping. In addition, some of these microscopies, confocal laser scanning instruments, for example, may be used to image *in vivo*, non-invasively and at high resolution.

Genetic microarrays provide a technology for massively parallel measurements of the content and expression of DNA in a specimen. Although currently used almost entirely in research, this technology is expected to move into clinical diagnostics, including detecting microorganisms and disease-related genetic transformations (e.g. cancer), and monitoring the effect of treatment and disease progression. The technology will revolutionize drug discovery by monitoring the expression of genes shortly after a drug is administered, instead of waiting to see the effect of the drug on pathology or symptoms. Microarrays are analyzed using a high-resolution image of the array, usually formed using multispectral fluorescence. Genetic microarrays are expected to be a major component of a huge diagnostic and testing industry based on genomics, one that is currently in a very early stage of development.

4. ALTERNATIVES

For some applications, it may be possible to perform *in situ* high-resolution imaging without having to take a tissue sample. This includes both optical technologies such as optical coherence tomography, and high-resolution radiological technologies such as high-field MRI or high-frequency ultrasound.

For some applications, genetic microarrays are replacing a number of established technologies, such as gel electrophoresis and antibody-based assays.

5. MATURITY AND RISK

Optical microscopy is based on well-established optical principles and elements. However, critical technologies needed to enhance the capabilities of the newer forms of microscopy are still emerging,including the following:

- ultrafast pulsed lasers for multiphoton microscopy;
- compact light sources with a wide range of available wavelengths at lower cost;
- computer-designed linear and non-linear optical elements;
- detectors which feature high sensitivity, focal plane arrays, and fast response time;
- fast electronics for data capture; and
- powerful image analysis algorithms and associated software.

To a large extent, the development of these technologies is being driven by fields other than medical imaging, particularly telecommunications and military applications.

Genetic microarrays are embryonic technology, appearing only in the last five years and experiencing rapid development and change. There are several alternative solutions that are actively being pursued, such as arrays based on robotic spotting on a glass substrate and arrays produced by microlithography. The corresponding optical "readers" also vary, with both laser scanning and detector-array technologies as alternatives. There are also competing labelling technologies, including fluorescence and chemiluminescence, as well as non-optical solutions such as electrochemical detection.

6. AVAILABILITY

There are a number of long-established international microscope companies whose range of products is expanding to include the novel optical microscope technologies described above. In addition, there is a multiplicity of small companies focussing on either specific market sectors and/or on specific technologies. In the genetic microarray marketplace, there are a number of companies that are growing very rapidly, and new companies are appearing almost daily. It is not clear who the winners will be, or indeed how this field will be divided among the various companies. In addition, this technology is creating its own market, the ultimate size and extent of which is unknown, but which has the potential to be extremely large.

7. BREADTH OF APPLICATION

Microscopy and genetic microarray technologies are applicable to all diseases and all organ systems. They are relevant not only to diseases with a specific genetic basis but also can be applied to monitoring response to therapies.

8. REFERENCES

1. Pawley J. 1995. *Handbook of Biological Confocal Microscopy*, 2nd ed. Plenum Press.
2. Chena, M. 1999. *DNA Microarrays, A Practical Approach*. Oxford University Press.
3. Dixon AE, Damaskinos S, Ribes A, Beesley KM. 1955. "A new confocal scanning beam laser MACROscope using a telecentric, f-theta laser scan lens," *Journal of Microscopy*, 178: 261-266.

9. CONTACTS

9.1 Industrial Contacts

Biomedical Photometrics Inc., Waterloo, ON
http://www.confocal.com

GeneFocus©, Waterloo, ON
http://www.genefocus.com

Virtek Vision, Waterloo, ON
http://www.virtek.ca

9.2 Academic Contacts A.E. (Ted) Dixon, PhD, University of Waterloo, Waterloo ON Brian Wilson, Princess Margaret Hospital, OCI, Toronto, ON

9.3 Clinical Contacts

Dr. Peter Stys, Ottawa Hospital — Civic Campus - pstys@lri.ca

Dr. David Hedley, University Health Network, Department of Pathology, University of Toronto
d.hedley@uhn.on.ca

Back Table of Contents Next

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Canada
http://strategis.gc.ca

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

SUMMARY STATEMENT

The future of photonics-based medical imaging and diagnostics is particularly difficult to predict. Many of the techniques in this field were developed relatively recently, and the enabling technologies are progressing at an explosive rate, due to powerful economic drivers such as telecommunications.

Laboratory-based imaging of tissues, cells and genetic materials *ex vivo* is penetrating biomedical science more rapidly than in vivo techniques are being adopted in clinical medicine. In part, this is due to the normal time delay involved in proving safety and efficacy of new clinical procedures. However, the rate of adoption should accelerate as techniques and instruments are approved, since this will establish a growing body of precedent technology.

It remains to be seen how these photonic imaging methods will displace, complement, or supplement established radiological imaging modalities. The low cost of the former will certainly be an important factor, as will the fact that photonic imaging methods offer the opportunity to probe and reveal new signals, particularly molecular signals, thus opening new domains for clinical imaging. This will involve not only hardware and software but also consumables, such as optical fibre probes, and optical tracers, such as fluorescently labelled targeting agents. As a result, there are opportunities for new commercial ventures, growing either through start-up companies specializing in optical systems or as new products within established medical imaging companies.

Back Table of Contents Next

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Medical Imaging Technology

WG 5 - Final Working Group Report

APPENDICES

- A: Steering Committee
- B: Working Group 5 Membership List
- C: Critical Technology Template

APPENDIX A

Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee

Chairperson:

Dr Aaron Fenster
Director, Imaging Research Laboratories
The John P. Robarts Research Institute
London, Ontario
E-Mail: afenster@irus.rri.on.ca

Members:

Dr. Brian C. Lentle
Professor Emeritus and Former Head
Dept. of Radiology
Vancouver General Hospital
Vancouver, B.C.
E-Mail: blentle@unixg.ubc.ca

Dr Michael Barry
Dr. Michael Barry
Department of Diagnostic Imaging
Saint John Regional Hospital Facility
Saint John, New Brunswick
E-Mail: drmikebarry@health.nb.ca

Mr. Bill Dobson
Industrial Technology Advisor
Industrial Research Assistance Program (IRAP)
Toronto, Ontario
E-Mail: bill.dobson@nrc.ca

Dr Robert Ferguson
Chief, Radiology Department
Kingston General Hospital
Kingston, Ontario
E-Mail: fergusor@kgh.kari.net

Mr. Doug Morrison
Senior Manager
Deloitte & Touche LLP, Management Solutions
Toronto, Ontario
E-Mail: doug.morrison@bmts.com

Dr Douglas Mowbray
(Canadian Association of Radiologists)
Radiologist, Various Rural Hospitals
Lucknow, Ontario
E-Mail: dmowbray@hurontel.on.ca

Mr. Bruce Davey
Director, Engineering
Surgical Products Group
Cedara Software.
Mississauga, Ontario
E-Mail: bruce.davey@cedara.com

Dr John Rowlands
Professor, U. of Toronto
Dept. of Medical Biophysics and Medical Imaging
Sr. Scientist, Sunnybrook & Women's College Health Sciences Centre
Toronto, Ontario
E-Mail: john.rowlands@swchsc.on.ca

Mr. Fred Doern
nir-vivo inc.
c/o NRC - Institute for Biodiagnostics
Winnipeg, Manitoba
E-Mail: doern@nir-vivo.com

Mr. Len Grenier
V.P. Engineering & Chief Technology Officer
A.L.I. Technologies Inc.
Richmond, British Columbia
E-Mail: len@alitech.com

Dr Louis Renaud
Vice President, Research and Development
Electromed International Ltd.
Saint-Eustache, Quebec
E-Mail: louis.renaud@electromed.ca

Mr. Bill Brodie
(Canadian Association of Medical Radiation Technologists)
Manager, Medical Imaging
Montreal Neurological Institute and Hospital
Montreal, Québec
E-Mail: william.brodie@muhc.mcgill.ca

Mr. Jim Herrewynen
General Manager
Mitra Imaging Inc.
Waterloo, Ontario
E-Mail: Eric@mitra.com

APPENDIX B

Working Group 5 - Membership List

Co-Leaders:

Dr. Ted Dixon
CEO and Chair
Biomedical Photometrics Inc.
Waterloo, Ontario
E-mail: aedixon@confocal.com

Mr. Fred Doern
President and CEO
nir-vivo-inc.
Winnipeg, Manitoba
E-mail: doern@nir-vivo.com

Members:

Dr. Pierre Boulanger
Senior Research Officer
National Reaserch Council of Canada
Institute for Information Technology
Ottawa, Ontario
E-mail: Pierre.Boulanger@iit.nrc.ca

Ms. Hanna Chrostowski
President
HC Data Systems Inc.
Orleans, Ontario
E-Mail: Hanna@HCdata.com

Mr. Bill Dobson
Industrial Technology Advisor
Industrial Research Assistance Program (IRAP)
Toronto, Ontario
E-mail: bill.dobson@nrc.ca

Dr. Larry Leonardi
Research Associate
Institute for Biodiagnostics
National Research Council
Winnipeg, Manitoba
E-mail: larry.leonardi@nrc.ca

Dr. Tim Salcudean
Associate Professor
Department of Electrical Engineering
University of British Columbia
Vancouver, British Columbia
E-mail: tims@ee.ubc.ca

Dr. Barbara Sawicka
Atomic Energy of Canada Limited
Chalk River Laboratories
Chalk River, Ontario
E-mail: sawickab@aecl.ca

Dr. Brian Wilson
Biomedical Program Director
Photonics Research Ontario
Biomedical Facility
The Princess Margaret Hospital
Toronto, Ontario
E-mail: wilson@oci.utoronto.ca

APPENDIX C

Critical Technology Template

1. TECHNOLOGY WORKING GROUP:
WG name.

2. CRITICAL TECHNOLOGY:
Technology name.

3. RANKING:
Rank of this technology among the technologies investigated by the WG (i.e. 3/5).

4. GOALS:
The performance goals of the technology: - are driven by customer requirements; - should be defined in quantitative and qualitative terms (without disclosing proprietary information); - include economic (cost, etc.), time (cycle time improvements, etc.), and physical property considerations.

5. DESCRIPTION:
Brief technical description of the technology.

6. IMPORTANCE:
Why is the technology critical (e.g., regulatory requirements, customer demands, financial and other competitiveness issues); when is the technology required; to whom is the technology critical; what happens if the technology is not available or implemented.

7. CLINICAL REQUIREMENTS:
What clinical requirements must the technology satisfy?

8. ALTERNATIVES:
Other technologies, non-technological solutions, product substitution, etc. - Each WG should be familiar with the technologies under investigation by the other WGs, so that linkages can be made among alternative or competing technologies.

9. MATURITY AND RISK:
- What can the technology do today; - What incremental capabilities are required to produce the products required for the 2001 through 2005 time period; and - What risks are associated in obtaining these incremental capabilities.

10. AVAILABILITY:
Where is the technology currently available, from whom, how, cost considerations, etc.

11. BREADTH OF APPLICATION:
How broadly can the technology be applied: which areas of the medical imaging industry, what other industry sectors, etc.

12. COLLABORATORS:
Potential sources of help in developing or acquiring, and implementing the technology: Examples: NRC, primes working with suppliers, etc.

13. COST-BENEFIT ANALYSIS:
Costs could include technology development or acquisition, and implementation. Benefits are based on an estimate of market usage of the enabling technology.

14. REFERENCES:
List of pertinent documents.

15. CONTACTS:
Resource persons for further information.

Back Table of Contents

Publication Date: 2001-04-30
Author: Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Important Notices and Disclaimers
Privacy Statement

Industrie Canada Industry Canada Canada

Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
strategis.gc.ca → Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

Technologies émergentes avec accent mis sur l'optoélectronique

Droits d'auteur

Avant-propos

Introduction

Préambule

- Références

Aperçu

Techniques cliniques photoniques *in vivo*

- 1. Objectifs et possibilités
- 2. Description
- 3. Importance
- 4. Solutions de rechange
- 5. Maturité et risque
- 6. Disponibilité
- 7. Étendue de l'application
- 8. Références
- 9. Personnes-ressources

Techniques de labaratoire

- 1. Objectifs et possibilités
- 2. Description
- 3. Importance
- 4. Solutions de rechange
- 5. Maturité et risque
- 6. Disponibilité
- 7. Étendue de l'application

▶ 8. Références
▶ 9. Personnes-ressources

Rapport Sommaire

Annexes

▶ A : Le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale
▶ B : Liste des membres du Groupe de travail
▶ C : Modèle de document de travail sur les technologies de base

---

Retour à la **PAGE PRINCIPALE**

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada
http://strategis.gc.ca

Industrie Canada Industry Canada Canada

strategis.gc.ca → Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

Cette publication est également offerte par voie électronique en formats HTML et PDF sur le Web à : http://strategis.ic.gc.ca/medimage.
Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur la carte routière technologique de l'imagerie médicale, s'adresser à :

Direction générale des sciences de la vie
Industrie Canada
Téléphone : (613) 952-2022

© Comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale, 2001

Publié et distribué par Industrie Canada pour le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale. Les opinions qui sont exprimées dans ce document sont celles des auteurs et non nécessairement celles du Gouvernement du Canada.

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

Also available in English under the title *Emerging Technologies with Emphasis on Photonics*. An electronic version of the English document can be found at: http://strategis.ic.gc.ca/medimage.

No de catalogue : C21-30/5-2000F
ISBN : 0-662-85408

Retour à la Page principale

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada
http://strategis.gc.ca

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

Avant-Propos

Ce rapport du groupe de travail sur « Technologies émergentes — avec accent mis sur la photonique » est l'un d'une série de cinq qui forment la carte routière technologique de l'imagerie médicale. Cette carte routière a pour but de fournir des prévisions axées sur le marché quant aux technologies nécessaires pour améliorer la prestation de soins aux patients et la compétitivité à l'échelle mondiale du secteur canadien de l'imagerie médicale. La carte routière devrait renforcer la mise au point, la diffusion et l'adaptation de la technologie et faciliter la prise de décisions dans les secteurs public e privé pour la mise au point de produits, l'investissement, la formation et les politiques. Le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale, composé de 14 membres, fournit l'orientation et l'encadrement pour l'ensemble du projet (voir l'annexe A pour la liste des membres). Les membres du comité directeur représentent des entreprises, des chercheurs, des cliniciens et des organismes gouvernementaux qui oeuvrent dans le secteur canadien de l'imagerie médicale. Industrie Canada agit comme catalyseur et facilitateur du processus d'élaboration de la Cart routière. Soixante-quinze personnes représentant plus de 50 organismes ont participé au projet, créant ainsi des occasions d'alliance et de partage d'information.

Visiter le site Web du projet à http://strategis.ic.gc.ca/imagemed, pour consulter les rapports suivants :

- GT1 - « Besoins futurs en imagerie médicale dans les soins de santé »
- GT2 - « Génération et saisie d'images »
- GT3 - « Transmission et connectivité »
- GT4 - « Analyse et visualisation d'images »
- ORTECH - « L'imagerie médicale : document de travail »

Ces rapports sont disponibles en anglais à http://strategis.ic.gc.ca/medimage

Table des Matières Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

INTRODUCTION

1. MISSION

Le groupe de travail sur « les technologies émergentes - avec accent mis sur la photonique » a eu pour tâche l'identification et la description des technologies habilitantes qui n'ont pas été retenues par les autres groupes, mais qu'on doit mettre au point pour satisfaire les besoins futurs des patient et du marché.

2. MEMBRES

Le groupe de travail sur « les technologies émergentes - avec accent mis sur la photonique » est composé de cliniciens et de représentants du secteur privé et de la communauté de la recherche. Une liste complète des membres du groupe de travail se trouve à l'annexe B.

3. APERÇU

Ce rapport identifie et décrit des technologies émergentes en mettant l'accent sur la photonique. Les sujets traités principaux sont les techniques cliniques photoniques in vivo et les techniques de laboratoire. PPour assurer une certaine constance dans le travail effectué, le groupe de travail a eu recours à un« modèle de document de travail sur les technologies de pointe » (voir annexe C). Ils ont convenu qu'une rubrique du modèle serait omise au besoin ou qu'une nouvelle section serait ajoutée à la fin du modèle au besoin. Les sections existantes doivent toutefois être utilisées en autant que faire ce peut.

Page précédente Table des Matières Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada

http://strategis.gc.ca

Industrie Canada Industry Canada Canada

strategis.gc.ca → Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

PRÉAMBULE

▶ Références

Les changements observés dans le domaine de la science radiologique peuvent, d'une part, provenir des innovations dans le secteur des outils utilisés pour la visualisation des effets des maladies. L'introduction, depuis les années 1960, de la tomodensitométrie (TDM), de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et de la tomographie par émission de positons (TEP) reflète une telle nécessité. D'autre part, la radiologie n'est pas une entreprise isolée et les changements de la pratique médicale entraînent une seconde nécessité au sein des sciences radiologiques, laquelle nécessité s'imposera probablement au cours de ce nouveau siècle. Cela se révélera particulièrement vrai étant donné que les types d'énergie physique utilisée pour interroger le corps humain sont presque toutes étudiées.

Il a été mentionné que « la médecine connaîtra plus de changements au cours des vingt prochaines années qu'elle en a connus durant les deux mille dernières années[1] raquo;. Il est important de se pencher, à la lumière de ce qui a été dit précédemment, sur les facteurs qui stimuleront de tels changements. Avec la définition du génome humain et les progrès que connaît la médecine moléculaire, l'humanité, pour la première fois dans l'histoire, est en position de comprendre, à un niveau biomoléculaire fondamental plutôt qu'à l'échelle cellulaire ou au chevet du patient, les causes de maladies humaines. Il faut cependant encore qu'il y ait une réconciliation entre la médecine moléculaire et le traitement des personnes et entre l'inframicroscopique et le macroscopique, laquelle ne peut se faire que par le biais de méthodes d'imagerie suffisamment évoluées et puissantes.

Il est nécessaire de s'arrêter ici un moment sur la brève histoire des sciences radiologiques dont les débuts datent de la découverte des rayons X par Röntgen en 1895, il y a de cela à peine plus de cent ans. Nombre des techniques qui ont évolué depuis fournissent des moyens de diagnostic des anomalies anatomiques à la fine pointe de la technologie, que ce soit des fractures au niveau des os longs ou la présence de calculs dans la vésicule biliaire. Plus récemment, des techniques telles que l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), la spectroscopie par résonance magnétique, la TEP et l'imagerie optique ont commencé à fournir des renseignements sur la façon dont le corps humain fonctionne plutôt que sur la manière dont il est constitué. Les sensibilités respectives de ces techniques face aux manifestations métaboliques ont été étudiées[2]. La capacité de concilier la médecine moléculaire avec les soins cliniques administrés au chevet du patient ne sera possible que si la priorité est mise sur la mesure et l'imagerie de la majorité des manifestations biochimiques et moléculaires *in vivo*[3-5]. La reconnaissance de l'importance de cet élément est implicite dans les intentions d'investir, aux États-Unis, 180 millions de dollars américains, sur une période de cinq ans, dans l'imagerie moléculaire[6].

Ainsi, un nouveau domaine est en émergence, souvent non représenté dans la documentation radiologique traditionnelle, ce qui risque de faire apparaître une dichotomie entre la pratique de la radiologie et la recherche en imagerie. Comme exemples spécifiques de techniques émergentes en imagerie biochimique, il pourrait y avoir :

- l'imagerie de l'expression des gènes et des transgènes[7-10];
- la détection *in vivo* de l'angiogenèse tumorale combinée à l'importance grandissante de la modulation antiangiogenèse dans le traitement du cancer[11-12];
- la détection précoce d'une maladie avant qu'apparaissent des changements phénotypiques[13];
- les progrès dans le traitement du cancer dépassant l'imagerie de la masse tumorale (grosseur) et allant jusqu'à l'étude de la cinétique tumorale,

de l'expression des gènes, etc.[13-15];

- l'imagerie fonctionnelle pouvant également accélérer les progrès dans le domaine de la conception et de l'évaluation des médicaments[13]; ce n'est pas une coïncidence si plusieurs compagnies pharmaceutiques possèdent ou soutiennent des centres d'imagerie;
- les techniques démontrant également une convergence frappante en ce qui est communément appelé l'imagerie de fusion, dans laquelle les images anatomiques et fonctionnelles sont superposées.

Pendant ce temps, la TEP, l'IRMf et la magnétoencéphalographie sont utilisées afin d'étudier le métabolisme, le fonctionnement et la plasticité du cerveau, conduisant ainsi à des connaissances sur le comportement humain et sur les maladies neurologiques et psychiatriques[4,16].

Tout en regardant vers l'avenir, il est important de tenir compte des limites et des contraintes de la science radiologique. Pour le moment, la pratique de la radiologie en général, comme celle de la médecine en général, ne s'appuie pas sur un fondement probatoire clairement défini. Il faudra remédier à cette situation. Il faut noter également qu'aucune ingéniosité technique ne peut surmonter, à l'échelle globale, les déterminants sociaux de la plupart des maladies humaines. La société devra établir un équilibre entre les investissements dans la technologie et les ressources utilisées pour éliminer la faim et la pauvreté. En effet, la Société internationale de radiologie a conclu que les deux tiers de la population mondiale n'a accès qu'aux services radiologiques les plus rudimentaires. Voilà donc les défis que nous devrons relever dans un avenir rapproché.

Références

1. Cité dans : Smith, R., « The medium is the medicine », *Odyssey*, 1997, vol. 3, p. 16-17.
2. Paans, A. M. J., Vaalburg, W., Woldring, M. G., « A comparison of the sensitivity of PET and NMR for in vivo metabolic imaging », *Eur J Nucl Med*, 1985, vol. 11, p. 73-75.
3. Boesch, C., « Molecular aspects of magnetic resonance imaging and spectroscopy », *Mol Aspects Med*, 1999, vol. 20, p. 185-318.
4. Phelps, M. E., « PET: the merging of biology and imaging into molecular imaging », *J Nucl Med*, 2000, vol. 41, p. 661-681.
5. Weeissleder, R., « Molecular imaging: exploring the next frontier », *Radiology*, 1999, vol. 212, p. 609-614.
6. www.molecularimaging.org
7. Urbain, J. L., « Oncogenes, cancer and imaging », *J Nucl Med*, 1999, vol. 40, p. 498-504.
8. Bell, J. D., Taylor-Robinson, S. D., « Assessing gene expression in vivo: magnetic resonance imaging and spectroscopy », *Gene Ther*, 2000, vol. 15, p. 1259-1264.
9. Yang, P., Farkas, D. L., Kirkwood, J. M., Abernethy, J. L., Edington, H. D., Becker, D., « Macroscopic spectral imaging and gene expression analysis of the early stages of melanoma », *Mol Med*, 1999, vol. 12, p. 785-794.
10. Weissleder, R., Moore, A., Mahmood, U., « In vivo magnetic resonance imaging of transgene expression », *Nature Med*, 2000, vol. 6, p. 351 354.
11. Sipkins, D. A., Cheresh, D. A., Kazemi, M. R., Nevin, L. M., Bednarski, M. D., Li, K. C., « detection of tumour angiogenesis in vivo by aVb3-targeted magnetic resonance imaging », *Nature Med*, 1998, vol. 4, p. 623-626.
12. Bredow, S., Lewin, M., Hofmann, B., Marecos, E., Weissleder, R., « Imaging of tumour neovasculature by targeting the TGF-beta binding receptor endoglin », *Eur J Cancer*, 2000, vol. 36, p. 675-681.
13. Wessleder, R., « Radiology's next frontier: molecular imaging », *Radiology*, 2000, vol. 217, p. S23-24.
14. Dalsasop, T. A., Lowe, V. J., Dunphy, F. R., Martin, D. S., Boyd, J. H., Stack, B. C., « FDG-PET in evaluation of chemotherapy in advanced head and neck cancer », *Clin Posit Imaging*, 2000, vol. 3, p. 1-5.
15. Higash, K., Ueda, Y., Yagishita, M., Arisaka, Y., Sakurai, A., Oguchi, M., Seki, H., Nambu, Y., Tonami, H., Yamamoto, I., « FDG PET measurement of the proliferative potential of non-small cell lung cancer », *J Nucl Med*, 2000, vol. 41, p. 85-92.
16. Raichle, M. E., « Behind the scenes of functional brain imaging: a historical and physiological perspective », *Proc Natl Acad Sci USA*, 1998, vol. 95, p. 765-772.

Page précédente | Table des Matières | Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada
http://strategis.gc.ca

Industrie Canada Industry Canada Canada

English | Contactez-nous | Aide | Recherche | Site du Canada
Accueil | Carte du site | Quoi de neuf | Contexte | Inscription

strategis.gc.ca → Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

APERÇU

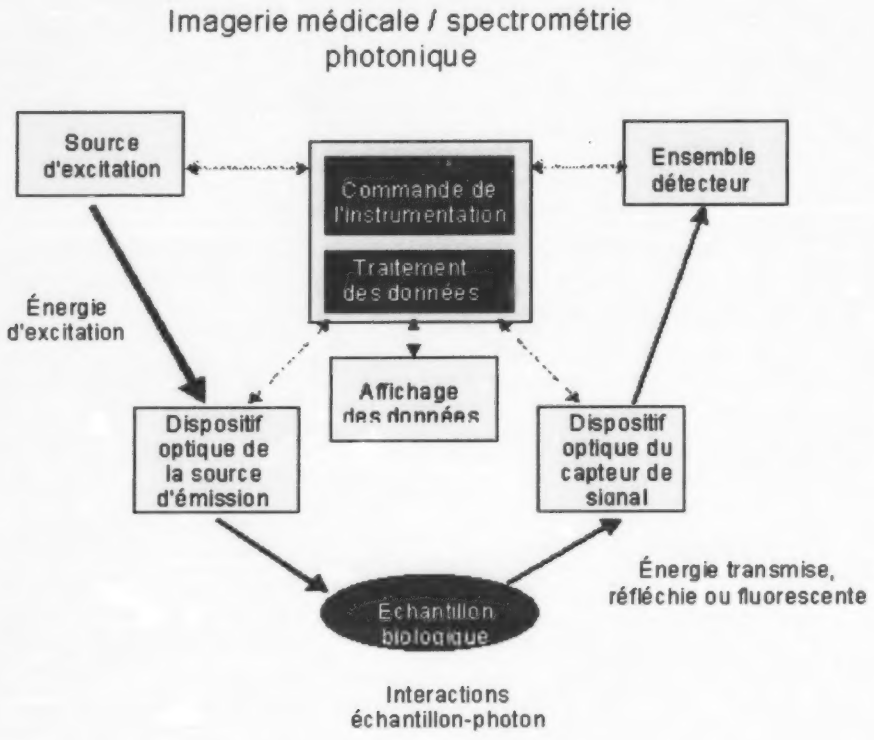
L'imagerie médicale a traditionnellement été séparée en deux grandes sections : l'imagerie anatomique (qui relève habituellement du domaine du radiologiste) et l'imagerie microscopique (effectuée la plupart du temps par les médecins biologistes). Étant donné que le médecin de famille et le chirurgien généraliste s'appuient fortement sur l'observation clinique pour poser un diagnostic, une partie importante de l'imagerie médicale a été laissée à d'autres spécialistes. De nombreuses raisons, mis à part les exigences évidentes en matière de formation de spécialistes, expliquaient cette séparation. La radiologie nécessitait des coûts d'investissement élevés pour l'installation d'équipements importants, en plus d'entraîner des coûts d'exploitation considérables pour l'entretien et le service. Le recours à des installations centralisées et à du personnel affecté à plein temps offrait un avantage sur le plan économique. L'imagerie microscopique, quant à elle, demandait souvent des procédures élaborées de préparation des échantillon et ne se prêtait pas à des examens en temps réel. Par conséquent, l'imagerie médicale, en ce qui concerne le clinicien praticien, se limitait souvent à des examens endoscopiques, soit des interventions effractives destinées à compléter les observations cliniques conventionnelles. Le défi est alors de découvrir des méthodes d'imagerie abordables et faciles à utiliser pouvant apporter des renseignements diagnostiques utiles, et ce, au bureau du médecin ou au chevet du patient.

Le tableau 1 indique les caractéristiques et les différences de base des méthodes traditionnelles et souligne quelques-uns des besoins et des avantages des technologies émergentes.

	Imagerie médicale traditionnelle		**Technologies émergentes**
Mode d'imagerie	Imagerie anatomique (effectuée par des radiologistes)	Imagerie microscopique (effectuée par des médecins biologistes)	Imagerie spectroscopique (effectuée par des cliniciens)
Élément observé	Changements anatomiques	Changements cellulaires ou moléculaires	Changements moléculaires de régions macroscopiques
Affichage des images	La plupart des images sont affichées en coupes 2D ou en reconstructions 3D avec la possibilité d'une dimension additionnelle en résolution de temps ou de phase.	Habituellement une image 2D avec une reconstruction 3D selon une série de sections, provenant d'échantillons de tissus coupés au microtome.	La plupart des images sont affichées en 2D ou en reconstructions 3D des gradients de concentration spectraux (chimiques).
Limite de résolution spatiale	Macroscopique : régions d'intérêt souvent de dimension supérieure à 1,0 mm	Microscopique : régions d'intérêt habituellement de dimension inférieure à 1,0 mm	Macroscopique ou microscopique selon la technique utilisée
Mode d'échantillonnage	Non effractif; nécessite habituellement des mesures *in vivo* sur le patient	Effractif; souvent basée sur des échantillons de tissus obtenus par biopsie	Demande souvent des mesures *in vivo* non effractivessurements.

Période s'écoulant entre la collecte des images et le diagnostic médical	Habituellement des heures ou des jours.	Des heures ou des jours	En temps réel ou en quelques minutes
Modalités d'imagerie typiques	Rayons X, ultrasons, tomodensitométrie, IRM	Méthodes de microscopie électronique ou photonique	Voir les tableaux qui suivent

La figure 1 illustre, de façon générale, en quoi consiste l'imagerie spectroscopique. Les différents types d'imagerie spectroscopique dépendent du type de source d'excitation, de la physique de l'interaction tissu-source et de la méthode de détection utilisée par la suite.



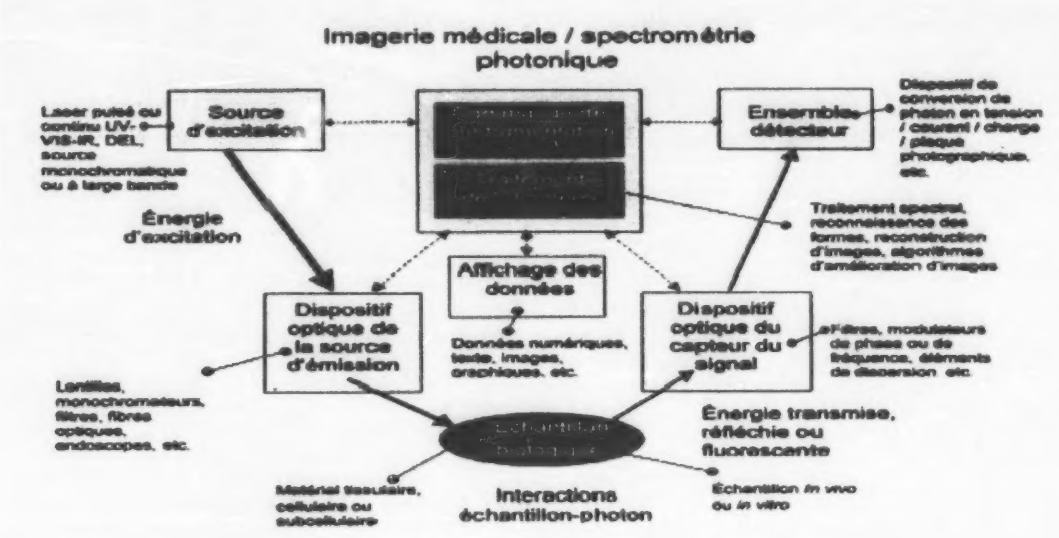
Les différents types d'échantillon biologique examinés ainsi que les « mécanismes de contraste » appliqués par la suite donnent lieu à de nombreuses méthodes d'imagerie de laboratoire.

		Fluorescence					
Technique	**Réflexion/ Transmission**	**Intensité**	**n-photon**	**Durée de vie**	**Raman**	**IR et spectre en proche infrarouge**	**Interférence**
Microscopie	++	++	+	+	+	++	+
Macroscopie	+	+				+	
Jeu ordonné de micro-échantillons génétiques		++					
Cartographie spectrale	+	+				+	+

Micro-endoscopie	+	+					
Essai par balayage en mosaïque	++	++					

+ certaines mises en évidence à ce jour
++ forte indication

La figure 2 traite de quelques-unes des possibilités qu'offrent ces composants de l'imagerie spectroscopique durant la conception d'un nouveau dispositif de formation d'images.



Un grand nombre des progrès réalisés en matière de nouvelles méthodes d'imagerie médicale sont dus à l'application de techniques de photonique habilitantes aux éléments optiques du spectromètre telles que les suivantes :

Sources

- des lasers pulsés ultra-rapides permettant d'obtenir des excitations de forte puissance pour effectuer des mesures spectroscopiques en temps différé;
- des sources rapidement accordables facilitant la fluorescence spectrale;
- des sources (et des détecteurs) multiples discrètes facilitant les dosages physiologiques allant du spectre visible au spectre l'infrarouge;

Détecteurs

- de bonnes limites de résolution spatiale ou spectrale, ou les deux;
- une grande sensibilité;
- une vaste gamme dynamique selon les mosaïques de dispositif à transfert de charge (DTC);

Autres composants optiques / mécaniques

- des éléments dispersifs compacts de bonne qualité (réseaux de diffraction, prismes);
- une meilleure conception et fabrication de sonde de fibre optique (pour l'émission de la source ou la cueillette du signal émis);
- composants micromécaniques pour le cheminement des trajectoires optiques.

Pendant ce temps, on en est à élaborer des traceurs à lecteur optique facilitant l'imagerie des voies pharmacologiques et fonctionnelles.

La réduction des coûts du matériel destiné aux ordinateurs intégrés ou aux postes de travail informatisés s'est traduite par un traitement mathématique

plus rapide, une mémoire (mémoire vive) moins coûteuse et une importante capacité de stockage des vastes ensembles de données associés à l'imagerie numérique. Cela a entraîné la conception de meilleurs logiciels de « chimiométrie » permettant d'obtenir des algorithmes améliorés et plus rapides destinés à recueillir et à manipuler des images, à reconnaître et à extraire des traits, à compresser des images ainsi qu'à corréler des images spectrales avec des phénomènes physiologiques. (Pour une information plus détaillée, consulter les numéros précédents du *Journal of Chemometrics* ou du *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*.)

Dans les modèles qui suivent, les méthodes d'imagerie spectroscopique sont classées selon qu'il s'agit de techniques cliniques photoniques *in vivo* ou de techniques de laboratoire. Les références fournies dans ces sections peuvent servir à étudier plus à fond ce domaine en émergence.

Page précédente | Table des Matières | Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada
http://strategis.gc.ca

Industrie Canada Industry Canada Canada

strategis.gc.ca → Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

TECHNIQUES CLINIQUES PHOTONIQUES *IN VIVO*		
▶ Objectifs et possibilités	▶ Description	▶ Importance
▶ Solutions de rechange	▶ Maturité et risque	▶ Disponibilité
▶ Étendue de l'application	▶ Références	▶ Personnes-ressources

1. OBJECTIFS ET POSSIBILITÉS

Il existe une capacité évolutive pour les nouvelles méthodes d'imagerie clinique non effractives ou peu effractives basées sur des techniques optiques (la photonique). Les renseignements cliniques proviennent des changements dans les caractéristiques de la lumière (le rayonnement ultraviolet, visibl ou infrarouge) lorsqu'elle interagit avec le tissu. Récemment, bien qu'un certain nombre de techniques d'imagerie optique telles que l'endoscopie et l'ophtalmoscopie soient bien établies, les nouvelles techniques de photonique et la plus grande compréhension des interactions lumière-tissu ont considérablement élargi les possibilités d'imagerie optique *in vivo*. Nombre de ces nouvelles techniques sont encore au stade expérimental cependant, mais leur entrée dans la pratique clinique a débuté et devrait s'accélérer. Les applications potentielles de ce domaine sont encore très peu étudiées, comme le prouve l'émergence récente de méthodes et d'instrumentation reposant sur des approches radicalement nouvelles quant à l'examen optique de tissus (p. ex. la tomographie par cohérence optique, l'imagerie par migration de photons et l'imagerie par diffusion élastique).

Les rôles potentiels de l'imagerie optique comprennent le diagnostic (p. ex. la détection d'une maladie, plus particulièrement la détection précoce), la détermination du stade d'une maladie, la localisation de la maladie permettant le guidage thérapeutique, la surveillance de la réponse thérapeutique et la surveillance des fonctions métaboliques et physiologiques.

L'imagerie optique peut être combinée avec d'autres modalités d'imagerie, telles que l'imagerie radiologique, étant donné qu'il y a une « interférence » minimale entre les techniques et que les composants comme la fibre optique sont compatibles avec, par exemple, le champ magnétique associé à l'IRM.

Le sondage optique des tissus peut se faire sans passer par une méthode d'imagerie, soit au moyen de la spectroscopie ponctuelle avec fibre optique. Dans ce cas, l'instrumentation est habituellement plus simple et moins coûteuse et les données spectrales peuvent se révéler de très bonne qualité; en outre, un balayage de longueurs d'onde peut être effectué. Ces méthodes peuvent être utilisées seules, comme dans le cas de la surveillance optique non effractive du taux de glucose et d'autres substances à analyser, ou être associées à l'imagerie optique, comme dans le cas où il y a mesure des spectres complets en des points discrets du tissu par guidage optique des images.

2. DESCRIPTION

L'imagerie optique des tissus se divise en trois catégories principales : imagerie de surface, imagerie sub-surface et imagerie de volume. Dans les deux premières catégories, les surfaces accessibles du corps sont soumises à l'imagerie. À l'aide de l'émission ou de la captation de la lumière avec l

fibre optique, cela comprend les surfaces des organes creux internes (cavité buccale, bronches, tractus gastro-intestinal, vessie, appareil reproducteur féminin) et des tissus exposés par chirurgie. La transparence optique de l'oeil offre une « fenêtre » évidente sur les structures postérieures comme la rétine. L'imagerie de volume, par exemple du sein ou du cerveau, peut être effectuée grâce à des méthodes en quelque sorte analogues à celle de la tomographie aux rayons X, par le biais de sources et de détecteurs de lumière multiples (couplés à de la fibre optique) placés autour de la tête, des seins ou des membres.

L'imagerie optique dépend de la mesure des changements d'une ou de plusieurs propriétés de la lumière à la suite d'une interaction avec des tissus. Les principaux changements sont :

- **spectraux** : le spectre de la lumière détectée est altéré par l'absorption, avec ou sans autre émission de fluorescence, ou la diffusion non élastique (Raman);
- **spatiaux** : la distribution de la lumière est altérée par l'absorption ou la diffusion locale, ou les deux;
- **temporels** : le temps de propagation de la lumière à travers un tissu est modifié par la réflexion, l'absorption ou la diffusion élastique, ou les trois, ou par une émission différée de fluorescence.

De plus, des propriétés telles que la polarisation et la phase de la lumière pourront être étudiées dans le futur. Parmi les modalités optiques établies et en évolution, on trouve les suivantes :

Endoscopie : L'endoscopie en lumière blanche est une modalité bien établie et couramment utilisée. Il y a deux types principaux d'endoscope : les fibroscopes, utilisant un faisceau de fibres optiques pour transférer l'image de la surface d'un tissu interne à un détecteur externe, et les vidéoscopes, dans lesquels la mosaïque de détecteurs se situe à l'extrémité distale de l'endoscope, le signal étant transféré électroniquement. L'image consiste en un affichage en lumière blanche de la surface du tissu. Les prolongements, en pleine évolution, de cette technique comprennent la chromoendoscopie grossissante, ayant recours à des dispositifs optiques à fort grossissement et à la coloration en aérosol avec des colorants vitaux, et l'endoscopie par fluorescence, basée soit sur la fluorescence intrinsèque des tissus (autofluorescence), soit sur l'administration de colorants fluorescents. Les dispositif de tomographie par cohérence optique (TCO) ainsi que la microscopie confocale peuvent également être utilisés de façon endoscopique (voir ci-après). Des sondes ponctuelles de fibre optique spectroscopiques placées dans le canal opérateur de l'endoscope peuvent être utilisées comme adjuvant à l'endoscopie en lumière blanche standard.

Opthalmoscopie : Il existe de nombreux dispositifs optiques établis pour l'imagerie touchant tant les parties antérieures que postérieures de l'œil, basée sur l'observation directe par l'opérateur ou sur l'enregistrement photographique, numérique ou vidéo. Ces examens peuvent faire appel à des colorants fluorescents, comme dans l'angiographie fluorescéinique permettant l'imagerie des vaisseaux sanguins de la rétine. Parmi les progrès les plus récents, notons l'instrumentation Doppler à laser pour mesurer le flux sanguin rétinien et l'ophtalmoscopie confocale à balayage laser (ocbl). Dans cette dernière technique, un faisceau laser est balayé comme s'il suivait un canevas, et les dispositifs optiques comprennent un photodétecteur à un seul élément permettant de donner une image de « coupes » fines d'une très haute résolution de la rétine. La TCO est également utilisée pour effectuer des balayages transversaux de bonne qualité sous la surface des structures antérieures et postérieures de l'œil. L'instrumentation de l'ocbl es offerte commercialement et utilisée au cours d'examens spécialisés.

Imagerie par fluorescence : Cette technique est basée soit sur l'imagerie de l'autofluorescence du tissu, soit sur celle de colorants administrés (fluorophores). La technique peut être relativement simple, dans le cas de l'imagerie par fluorescence accentuée par des colorants, qu'il s'agisse de la peau, de la cavité buccale ou des champs opératoires, ou plus complexe, dans le cas de l'endoscopie par fluorescence. Il s'agit d'une technique en évolution autant en ce qui touche les dispositifs que les fluorophores. Un laser ou une source d'éclairage filtré de forte puissance est nécessaire pour engendrer la fluorescence et exciter la mosaïque de détecteurs à grande sensibilité, comme les DTC intensifié, afin de capter une image dans un ou plusieurs canaux de longueurs d'onde. Un système d'endoscopie basé sur l'autofluorescence a été commercialisé au cours des dernières années pour être utilisé dans l'imagerie du poumon. Les techniques d'imagerie par fluorescence peuvent faire appel autant à des dispositifs qu'à des « médicaments » sous la forme de colorants fluorescents.

Microscopie confocale*in vivo* : C'est une technique en évolution, applicable aux surfaces de tissu accessibles, qui est l'équivalent *in vivo* de la microscopie confocale à balayage laser. Elle peut faire appel tant à la lumière réfléchie qu'à la fluorescence. Une très bonne résolution subsurface peut être atteinte par le biais de plans parallèles à la surface tissulaire. Le balayage à grande surface (MACROscopie), touchant des zones de l'ordre du mm ou du cm et utilisant des lentilles à balayage laser spéciales, est au stade de la conception. Des prototypes d'instruments d'endoscopie confocale ont déjà été présentés.

Tomographie par cohérence optique : La TCO a été introduite pour la première fois au début des années 1990. C'est l'équivalent optique de l'imagerie ultrasonique à haute fréquence, car elle comporte un profil de profondeur de la lumière diffusée par les microstructures du tissu. Étant donné que la vitesse de la lumière est très élevée, la méthode du temps de vol direct ne peut être employée pour atteindre la résolution de profondeur nécessaire (~10 mm). Pour surmonter cette difficulté, une technique interférométrique est employée, utilisant une source lumineuse à courte longueur de cohérence (diode superluminescente ou laser femtoseconde). Des images en 2D sont produites, habituellement par balayage latéral, comme en échographie en mode B. Contrairement à l'échographie, elle ne requiert pas de contact ni de couplage par l'eau avec le tissu et elle peut également servir pour les tissus durs tels que les os et les dents. Grâce à l'émission et à la captation de la lumière de fibre optique, la TCO endoscopique est possible bien qu'elle soit encore au stade expérimental. Une très bonne résolution (~µm), dans des conditions spéciales, a été démontrée. Un système de TCO ophtalmique est actuellement offert sur le marché.

Tomographie optique / cartographie de volume : Il est difficile d'atteindre un niveau optique semblable à celui des rayons X, de la TEP ou de l'IRM à cause de la pénétration limitée de la lumière dans le tissu et de sa grande diffusion. Toutefois, dans la région spectrale en proche infrarouge

(~700-1 200 nm), il y a une « fenêtre optique » permettant l'imagerie à travers plusieurs centimètres de tissu. Par exemple, la spectroscopie de transmission (sans imagerie) est utilisée de façon courante en clinique pour la surveillance néonatale de l'oxygénation du cerveau. Les premières tentatives d'utilisation de cette technique pour la détection du cancer du sein (« diaphanographie »), basée sur l'imagerie d'une transmission de lumière à onde entretenue, produisait un contraste insuffisant au niveau du tissu. Durant la dernière décennie, l'imagerie utilisant la méthode du temp de vol du photon dans le tissu (~0,2 mm par picoseconde) est devenue possible. Pour ce faire, on a recours soit à une source laser ps et à la synchronisation directe de la lumière avec un détecteur ultra-rapide (tube photomultiplicateur dépendant du temps ou caméra à image continue), soit une source laser à laquelle on applique une modulation de haute fréquence (~100 MHz) associée à une détection à verrouillage de phase pour le déphasage et la démodulation d'intensité de la lumière transmise ou réfléchie au cours de la diffusion. L'imagerie non effractive du sein de la femme et sous la surface du cerveau a été démontrée, et bon nombre de systèmes expérimentaux font présentement l'objet d'essais cliniques en vue de remplir différentes applications. En plus de la cartographie de chromophores tissulaires endogènes (plus particulièrement l'hémoglobine et l'oxyhémoglobine), des agents de contraste absorbants ou fluorescents sont en cours d'élaboration. En ce qui concerne les agents de contraste fluorescents, en plus du délai du photon dû à la migration à travers le tissu, la durée de vie de la fluorescence représente le mécanisme de contraste.

Diffusion élastique : Il a été démontré récemment que, par suppression des polarisations croisées ou par soustraction numérique de la lumière réfléchie au cours de la diffusion (diffusion multiple) provenant du tissu, la structure spectrale fine des couches superficielles peut être mesurée. Cela est dû au fait que la lumière subit quelques diffusions élastiques et apporte ainsi des renseignements sur la distribution en dimension des particules de diffusion, principalement le noyau cellulaire. Cette méthode a été démontrée en mode de spectroscopie ponctuelle pour l'examen des structures des muqueuses, comme celles qui sont présentes dans le tractus gastro-intestinal, dans le but de détecter des changements précancéreux. L'instrumentation d'imagerie en est au stade précoce de conception. Une très bonne résolution spectrale (~nm) est nécessaire à travers une vaste gamme de longueurs d'onde visibles. Les techniques habilitantes nécessaires pour ces systèmes d'imagerie optique comprennent quelques-uns ou l'ensemble des éléments suivants :

- des lasers et d'autres sources lumineuses possédant des caractéristiques spectrales (longueurs d'onde) spécifiques;
- des fibres optiques et des faisceaux de fibres afin d'émettre la lumière d'excitation vers le tissu et de capter la lumière provenant du tissu;
- des détecteurs optiques ponctuels ou en mosaïque très sensibles et produisant une réponse spectrale, et dans certains cas temporelle, appropriée;
- du matériel électronique rapide pouvant convertir et saisir le signal provenant du détecteur;
- des ordinateurs très rapides pour l'analyse des images optiques.

3. IMPORTANCE

L'avantage fondamental de l'imagerie optique *in vivo* est qu'elle permet de donner directement des renseignements « moléculaires » étant donné que les niveaux d'énergie des photons sont du même ordre que ceux des molécules. De plus, parce que la longueur d'onde est courte, la lumière est sensible à la microstructure du tissu. Par conséquent, l'imagerie optique se marie bien avec les progrès de la médecine moléculaire et sera sans doute appelée à jouer un rôle de premier plan à mesure que de nouvelles techniques diagnostiques et thérapeutiques à base moléculaire seront mises en place. L'imagerie optique peut aussi être pratiquée en entraînant peu ou pas de risque pour le patient.

Le plus grand défi consiste à « extraire » les renseignements obtenus étant donné la pénétration limitée de la lumière dans le tissu et le très haut degré de diffusion. Les progrès réalisés, particulièrement sur le plan des sources et des détecteurs de lumière, combinés aux fibres optiques, engendrent de nouveaux paradigmes pour vaincre ces limites.

4. SOLUTIONS DE RECHANGE

L'imagerie optique est complémentaire de beaucoup d'autres modalités d'imagerie déjà établies et en évolution. En général, il est peu probable que l'imagerie de surface et de sub-surface de haute résolution touchant la peau, les organes creux et l'oeil soit surpassée. Il peut cependant y avoir des créneaux d'applications spécifiques où d'autres méthodes sont supérieures ou comparables, comme l'imagerie ultrasonique à haute fréquence comparativement à la tomographie par cohérence optique. L'endoscopie basée sur la lumière demeurera beaucoup moins coûteuse que l'endoscopie « virtuelle » utilisant, par exemple, l'IRM de volume à haute résolution ou la tomographie par ordinateur. L'imagerie optique de volume des tissus n'atteindra pas le degré de résolution spatiale des techniques telles que l'IRM ou la tomographie par ordinateur; cependant, le recours à des agents de contraste absorbants ou fluorescents, devrait donner des résultats concurrentiels avec ceux de l'imagerie isotopique pour certaines applications.

5. MATURITÉ ET RISQUE

Bien que certaines de ces techniques cliniques soient très avancées (p. ex. l'endoscopie en lumière blanche), nombre d'entre elles sont des inventions récentes et sont encore soit au stade expérimental, soit à leurs débuts dans la pratique clinique. On assiste à une évolution explosive des techniques photoniques en général, stimulée principalement par les besoins en télécommunications basées sur la fibre optique et d'autres applications telles que les affichages. Le résultat en est que les technologies habilitantes progressent quotidiennement. Il y a donc un important risque d'obsolescence, ainsi que plusieurs possibilités pour des techniques complètement nouvelles. Par exemple, la TCO basée sur des sources lumineuses à courte longueur de cohérence (diodes superluminescentes ou laser femtoseconde [fs]) et sur des coupleurs fibre-fibre, disponibles seulement depuis la dernière décennie, demeure, dans le cas des lasers fs, une technique non encore à point. De façon similaire, l'endoscopie d'autofluorescence demande une mosaïque de détecteurs DTC (dispositif à transfert de charge) d'une très grande sensibilité dont les résultats et le coût changent encore de façon significative.

6. DISPONIBILITÉ

Il existe un certain nombre d'entreprises internationales spécialisées dans la fabrication d'appareils d'endoscopie et d'ophtalmoscopie, établies depuis longtemps, dont la gamme de produits augmente afin d'offrir les nouvelles techniques optiques décrites précédemment. Par ailleurs, le nombre de petites entreprises se concentrant soit sur des secteurs de marché spécifiques, soit sur des techniques spécifiques, ou les deux, augmente rapidement. Les modalités pour lesquelles des dispositifs sont présentement offerts commercialement sont indiquées dans les descriptions précédentes. La disponibilité de ces techniques continuera, pour un certain temps, de dépendre largement de la mise au point et de la commercialisation des composants des technologies habilitantes.

7. ÉTENDUE DE L'APPLICATION

Ces techniques optiques offrent une grande variété d'applications cliniques. Elles peuvent être utilisées pour de nombreux états pathologiques différents, et ce, à plusieurs étapes de la séquence détection, diagnostic, détermination du stade, surveillance de la réponse au traitement et suivi.

Étant donné que les technologies optiques habilitantes sont stimulées pour une large part par les marchés d'acheteurs à haut volume, comme celui des télécommunications, l'imagerie optique devrait offrir un avantage financier de plus en plus important pour nombre d'applications. La compacité, le faible poids et la robustesse représentent d'autres avantages intrinsèques de la technique optique. Par conséquent, l'instrumentation devrait être distribuée plus largement, par exemple au chevet des patients, que les modalités d'imagerie basées sur d'importantes et coûteuses techniques. Pour les mêmes raisons, l'imagerie optique court plus de chances d'être dominée par nombre de dispositifs destinés à des applications spécifiques que par des systèmes généraux tout usage.

8. RÉFÉRENCES

Les revues scientifiques traitant spécifiquement de l'optique biomédicale sont :
Journal of Biomedical Optics: www.spie.org
Travaux du congrès *SPIE Progress in Biomedical Optics* : www.spie.org

De plus, les revues spécialisées en science et en technique optiques traitant régulièrement de l'optique biomédicale sont :
Applied Optics : www.osa.org
Optical Engineering : www.spie.org
Applied Spectroscopy www.s-a-s.org

Les revues cliniques spécialisées se concentrant sur les applications biophotoniques sont :
Lasers in Surgery and Medicine : www.interscience.wiley.com
Lasers in Medical Science : www.hbuk.co.uk
Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery : www.liebertpub.com

Les revues commerciales traitant de la photonique, comprenant les applications biomédicales, sont :
Biophotonics International : www.biophotonics-mag.com
Photonics Spectra : www.photonicsspectra.com
Laser Focus World : www.laser-focus-world.com

9. PERSONNES-RESSOURCES

Secteur industriel
Les publications commerciales mentionnées plus haut ainsi que leur site Web constituent une excellente porte d'entrée pour obtenir les noms de personnes-ressources.

Milieu universitaire et clinique
Les membres de sociétés spécialisées promouvant l'utilisation « laser médical » représentent une source utile de personnes-ressources pour les cliniciens (et les scientifiques) utilisant des techniques biophotoniques :
American Society for Laser Surgery and Medicine : www.aslms.org
European Medical Laser Association : www.emla.net

Par ailleurs, la SPIE (*Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers* www.spie.org) et la *Optical Society of America* (www.osa.org) offrent de nombreuses conférences générales ou spécialisées sur l'optique biomédicale.

Vous pouvez communiquer directement avec l'auteur principal de ce document,
Brian Wilson, au *Ontario Cancer Institute / University of Toronto*, Toronto, ON
wilson@oci.utoronto.ca

Page précédente Table des matières Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada
http://strategis.gc.ca

Industrie Canada Industry Canada Canada

strategis.gc.ca

Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

TECHNIQUES DE LABORATOIRE		
▶ Objectifs et possibilités	▶ Description	▶ Importance
▶ Solutions de rechange	▶ Maturité et risque	▶ Disponibilité
▶ Étendue de l'application	▶ Références	▶ Personnes-ressources

1. OBJECTIFS ET POSSIBILITÉS

Le besoin d'obtenir et d'augmenter l'instrumentation de laboratoire utilisant plus de données de nature moléculaire pour l'analyse d'échantillons recueillis auprès de patients est bien présent. La possibilité et la capacité de procéder à ces analyses ont été concrétisées grâce à l'élaboration de sondes moléculaires très spécifiques, permettant d'extraire et d'amplifier des gènes précis provenant d'échantillons biologiques, et à la conception d'instrumentation d'imagerie optique très sensible et rapide. Les deux premières « technologies habilitantes » sont le résultat de progrès dans les domaines de la biologie moléculaire et de la biotechnologie modernes, tandis que l'instrumentation associée à celles-ci est le résultat de progrès dans le domaine des techniques photoniques.

Ces technologies possèdent le potentiel d'améliorer l'exactitude des diagnostics pathologiques basés sur l'imagerie cellulaire et tissulaire. L'élaboratio de jeux ordonnés de microéchantillons génétiques permet de déterminer l'« empreinte » génétique personnelle tant de patients que de maladies et d'agents pathogènes, et ce, de façon rapide et économique.

2. DESCRIPTION

Il y a deux catégories principales de techniques : la microscopie optique et l'imagerie de jeux ordonnés de microéchantillons génétiques.

2.1 La microscopie optique

C'est une technique connue depuis longtemps et bien établie. Cependant, de nouvelles technologies habilitantes — lasers, photodétecteurs numérique et mosaïques de détecteurs à grande sensibilité, balayage spectral à haut rendement et informatique — ont contribué à augmenter de façon importante autant les classes de microscopes maintenant offerts que leurs capacités. Voici quelques exemples :

- microscopie confocale à balayage laser offrant une très haute résolution, une imagerie 3D en modes réflexion, transmission et fluorescence;
- macroscopie confocale à balayage laser augmentant les capacités à traiter des échantillons de grande dimension, comprenant l'imagerie tissulaire et les jeux ordonnés de microéchantillons (voir plus bas);
- microscopie Raman fournissant des images basées sur les caractéristiques biochimiques de l'échantillon;
- microscopie infrarouge, complément de la microscopie Raman;
- microscopie en hyperespace spectral avec laquelle un « cube de données » d'images obtenues à plusieurs longueurs d'onde lumineuse distinctes est produit;

- microscopes numériques qui utilisent des mosaïque de détecteurs numériques et des dispositifs optiques conventionnels.

La capacité des instruments est complétée par la disponibilité d'une gamme croissante « d'agents de contraste » optiques d'une grande spécificité diagnostique.

Une entreprise canadienne, Biomedical Photometrics Inc., possède à son actif plusieurs brevets touchant la macroscopie confocale et la microscopie confocale à résolution spectrale.

2.2 Les jeux ordonnés de microéchantillons génétiques
Ceux-ci sont une nouvelle création dans laquelle de l'ADN est extrait d'un échantillon à examiner et exposé à une série de sondes d'ADN connues disposées en une mosaïque en 2D. En marquant le matériel inconnu à l'aide d'un traceur fluorescent par exemple, un jeu ordonné de microéchantillon pouvant être lu de façon optique est généré par le biais de liaisons sélectives à la matrice de la mosaïque. Cela permet de déterminer le niveau d'expression de séquences de gènes individuels pour une analyse bioinformatique subséquente, c'est-à-dire pour voir la corrélation avec des banques de séquences de gènes. L'instrumentation de l'imagerie peut être de différents types, dont le balayage par faisceau laser et l'imagerie à mosaïque DTC

3. IMPORTANCE

Les nouvelles techniques de microscopie optique fournissent des données moléculaires et spatiales grandement améliorées sur l'échantillon tissulaire ou cellulaire soumis à l'imagerie. Par exemple, les tissus peuvent être colorés avec plusieurs marqueurs moléculaires en même temps, chacun devant mettre en image des caractéristiques pathologiques différentes ciblées de façon à ce que les relations spatiales entre ces caractéristiques puissent être déterminées. Cette approche peut grandement améliorer les renseignements diagnostiques pouvant être obtenus. Des données à spectres multiples similaires peuvent être obtenues au niveau cytogénétique afin d'augmenter le contenu informatif du caryotypage. De plus, certaines de ces techniques, par exemple l'instrumentation servant à la microscopie confocale à balayage laser, peuvent être utilisées de façon à mettre en image des échantillons *in vivo* avec une grande résolution et de manière non effractive.

Les jeux ordonnés de microéchantillons génétiques permettent de faire des mesures massivement parallèles du contenu et de l'expression de l'ADN dans un échantillon donné. Bien que, présentement, cette technique soit utilisée presque entièrement en recherche, elle devrait sans doute être employée au cours de diagnostics cliniques, notamment pour la détection de micro-organismes et de transformations génétiques reliées à une maladie (p. ex. le cancer) et pendant la surveillance des effets d'un traitement et de la progression d'une maladie. Cette technique va révolutionner la découverte pharmaceutique, car elle permettra d'observer l'expression de gènes peu de temps après l'administration d'un médicament, alors qu'à l'heure actuelle, il faut attendre d'observer les effets du médicament sur la maladie ou sur les symptômes. Les jeux ordonnés de microéchantillons son analysés grâce à une image de haute résolution de la mosaïque, habituellement formée par le biais de la fluorescence multispectrale. Les jeux ordonnés de microéchantillons génétiques devraient devenir un composant important d'une vaste industrie des diagnostics et des examens basée sur la génomique. Elle se trouve présentement aux tout premiers stades de son développement.

4. SOLUTIONS DE RECHANGE

Pour certaines applications, il peut être possible de procéder à l'imagerie de haute résolution *in situ* sans avoir à prélever un échantillon tissulaire. Cel comprend autant les techniques optiques, par exemple la tomographie par cohérence optique, que les techniques radiologiques de haute résolution telles que l'IRM de haute résolution ou l'ultrasonographie haute fréquence.

Pour certaines applications, les jeux ordonnés de microéchantillons génétiques sont en train de remplacer un certain nombre de techniques établies, par exemple l'électrophorèse sur gel et les épreuves basées sur l'analyse des anticorps.

5. MATURITÉ ET RISQUE

La microscopie optique est essentiellement basée sur des principes et des éléments optiques bien établis. Toutefois, les technologies pointues nécessaires à l'amélioration des capacités des nouvelles formes de microscopie sont encore en émergence. Voici quelques exemples :

- les lasers pulsés ultra-rapides pour la microscopie multiphotonique;
- les sources lumineuses compactes offrant une grande gamme de longueurs d'onde à moindre coût;
- des éléments optiques linéaires et non linéaires conçus par ordinateur;
- des détecteurs (dont des réseaux plan-focal de grande sensibilité) offrant un temps de réponse réduit;
- du matériel électronique rapide pour la saisie de données;
- des algorithmes puissants pour l'analyse d'image et les logiciels associés.

À un certain point, la conception de ces techniques est stimulée par des domaines autres que celui de l'imagerie médicale, plus particulièrement celui des télécommunications et celui des applications militaires.

Les jeux ordonnés de microéchantillons génétiques sont une technique qui est encore au stade embryonnaire et qui est apparue seulement au cours de cinq dernières années, mais qui connaît un développement et une transformation rapides. Plusieurs solutions de rechange sont activement étudiées, pa exemple des mosaïques basées sur la mise en place automatisée sur un substrat de verre et des mosaïques produites par microlithographie. Les

appareils de lecture optique correspondants varient également, les techniques de balayage laser et de mosaïques de détecteurs étant envisagées comm solutions de rechange. Il y a aussi des techniques de marquage concurrentes, dont la fluorescence et la chimiluminescence, en plus de solutions non optiques telles que la détection électrochimique.

6. DISPONIBILITÉ

Il existe un certain nombre d'entreprises internationales spécialisées dans la fabrication d'appareils de microscopie, établies depuis longtemps, dont la gamme de produits augmente afin d'offrir les nouvelles techniques de microscopie optique décrites précédemment. Par ailleurs, le nombre de petites entreprises se concentrant soit sur des secteurs de marché spécifiques, soit sur des techniques spécifiques, ou les deux, augmente rapidement. En ce qui concerne le marché des jeux ordonnés de microéchantillons génétiques, un certain nombre d'entreprises connaissent une croissance très rapide, et de nouvelles entreprises font leur apparition presque quotidiennement. Nous ne pouvons pas dire qui seront les gagnants ou comment le domaine sera divisé entre les nombreuses entreprises. De plus, ces techniques créent leur propre marché, dont l'importance et l'étendue sont encore inconnues, mais potentiellement très grandes.

7. ÉTENDUE DE L'APPLICATION

Les techniques de microscopie et de jeux ordonnés de microéchantillons génétiques sont applicables à toutes les maladies et à tous les systèmes organiques. Elles sont importantes non seulement pour les maladies présentant une base génétique spécifique, mais elles peuvent aussi être appliquée à la surveillance de la réponse aux traitements.

8. RÉFÉRENCES

[1] Pawley, J. dir., 1995, *Handbook of Biological Confocal Microscopy*, 2e éd., Plenum Press.
[2]Chena, M., dir., 1999,*DNA Microarrays, A Practical Approach*, Oxford University Press.
[3] Dixon, A. E., Damaskinos, S., Ribes, A., Beesley, K. M., « A new confocal scanning beam laser MACROscope using a telecentric, f-theta laser sca lens », *Journal of Microscopy*, 1955, vol. 178, p. 261-266.

9. PERSONNES-RESSOURCES

Secteur industriel
Biomedical Photometrics Inc., Waterloo, ON
http://www.confocal.com

GeneFocus©, Waterloo, ON
http://www.genefocus.com

Virtek Vision, Waterloo, ON
http://www.virtek.ca

Milieu universitaire
A. E. (Ted) Dixon, Ph. D., University of Waterloo, Waterloo, ON
Brian Wilson, Princess Margaret Hospital, OCI, Toronto, ON

Milieu clinique
Dr Peter Stys, L'Hôpital d'Ottawa — Campus Civic
pstys@lri.ca

Dr David Hedley, University Health Network / University of Toronto
Dept. of Pathology
D.Hedley@uhn.on.ca

Page précédente Table des matières Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

vie-Industries de la santé

Canada

http://strategis.gc.ca

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

RAPPORT SOMMAIRE

L'avenir de l'imagerie médicale et des techniques diagnostiques photoniques est particulièrement difficile à prévoir. La raison pour cela est que nombre de ces techniques sont elles-mêmes relativement récentes et que les technologies habilitantes progressent à un rythme explosif grâce aux facteurs économiques puissants tels que les télécommunications.

L'imagerie de laboratoire des tissus, des cellules et de matériel génétique *ex vivo* s'introduit dans la science biomédicale plus rapidement que les techniques *in vivo* sont adoptées par la médecine clinique. Cela est en partie dû au délai normal nécessaire à l'établissement de l'innocuité et de l'efficacité des nouvelles interventions cliniques. Toutefois, le rythme d'adoption devrait s'accélérer à mesure que les techniques et les instruments sont approuvés, étant donné qu'ils vont établir une partie croissante d'un précédent technique.

On ne sait toujours pas comment ces méthodes d'imagerie photonique vont remplacer ou compléter les modalités d'imagerie radiologique établies ou en augmenter les capacités. Le faible coût des méthodes d'imagerie photonique sera un facteur important, mais il y aussi la possibilité d'explorer et de révéler de nouveaux signaux, particulièrement de nature moléculaire, entraînant l'apparition de nouveaux domaines d'imagerie clinique. Cette évolution nécessitera non seulement du matériel informatique et des logiciels, mais aussi des « produits consommables » tels que des sondes de fibre optique et des traceurs optiques (comme des agents de ciblage à marquage fluorescent). Il est donc possible qu'un nouveau commerce s'épanouisse, soit par le biais d'entreprises émergentes spécialisées dans les systèmes optiques, soit par l'arrivée de nouveaux produits au sein d'entreprises spécialisées en imagerie médicale établies.

Page précédente | Table des Matières | Prochaine page

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Industrie Canada Industry Canada Canada

English | Contactez-nous | Aide | Recherche | Sites du monde
Accueil | Carte du site | Quoi de neuf | Contact | Inscription

strategis.gc.ca → Index : A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
Information d'affaires par secteur → Industries de la santé

Technologie de l'imagerie médicale

GT 5 - Rapport final du groupe de travail

Annexes

▶ A : Comité directeur de la Carte routière technologique de l'imagerie médicale

▶ B : Groupe de travail 5 - Liste des membres

▶ C : Modèle de document de travail sur les technologies de base

ANNEXE

Le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale

Président :

Dr Aaron Fenster
Directeur, Laboratoires de recherche sur l'imagerie
The John P. Robarts Research Institute
London, Ontario
Courriel : afenster@irus.rri.on.ca

Membres :

Dr Brian C. Lentle
Professeur émérite et ancien directeur
Dept. of Radiology
Vancouver General Hospital
Vancouver, Colombie-Britannique
Courriel : blentle@unixg.ubc.ca

Dr Michael Barry
Département d'imagerie diagnostique
Installation de l'hôpital régional de Saint John
Saint John, Nouveau-Brunswick
Courriel : drmikebarry@health.nb.ca

M. Bill Dobson
Conseiller en technologie industrielle
Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)
Toronto, Ontario
Courriel : bill.dobson@nrc.ca

M. Fred Doern
nir-vivo inc.
c/o CRNC - Institut du biodiagnostique
Winnipeg, Manitoba
Courriel : doern@nir-vivo.com

Dr Robert Ferguson
Chef, département de radiologie
Kingston General Hospital
Kingston, Ontario
Courriel : fergusor@kgh.kari.net

M. Len Grenier
V.P. Engineering & Chief Technology Officer
A.L.I. Technologies Inc.
Richmond, British Columbia
Courriel : len@alitech.com

M. Doug Morrison
Gestionnaire supérieur
Deloitte & Touche LLP, Management Solutions
Toronto, Ontario
Courriel : doug.morrison@bmts.com

Dr Louis Renaud
Vice-Président, Recherche et développement
Electromed International Ltd.
Saint-Eustache, Québec
Courriel : louis.renaud@electromed.ca

Dr Douglas Mowbray
(Association canadienne des radiologistes)
Radiologiste, Divers hôpitaux ruraux
Lucknow, Ontario
Courriel : dmowbray@hurontel.on.ca

M. Bill Brodie
(Association canadienne des technologues en radiologie médicale)
Gestionnaire, Imagerie médicale
Institut et Hôpital Neurologiques de Montréal
Montréal, Québec
Courriel : william.brodie@muhc.mcgill.ca

M. Bruce Davey
Directeur, Ingénierie
Groupe des produits chirurgicaux
Cedara Software
Mississauga, Ontario
Courriel : bruce.davey@cedara.com

M. Jim Herrewynen
Gestionnaire en chef
Mitra Imaging Inc.
Waterloo, Ontario
Courriel : Eric@mitra.com

Dr John Rowlands
Professeur, University of Toronto
Département de la biophysique médical
Scientifique supérieur, Sunnybrook &
Women's College Health Sciences Centre
Toronto, Ontario
Courriel : john.rowlands@swchsc.on.ca

ANNEXE

Liste des membres du groupe de travail 5

Codirecteurs :

Dr. Ted Dixon
Président et directeur général
Biomedical Photometrics Inc.
Waterloo, Ontario
Courriel : aedixon@confocal.com

M. Fred Doern
Président et directeur général
nir-vivo-inc.
Winnipeg, Manitoba
Courriel : doern@nir-vivo.com

Membres:

Dr. Pierre Boulanger

Mme. Hanna Chrostowski

Agent de recherches principal
CRNC - Institut de technologie de l'information
Ottawa, Ontario
Courriel : Pierre.Boulanger@iit.nrc.ca

Présidente
HC Data Systems Inc.
Orleans, Ontario
Courriel : Hanna@HCdata.com

M. Bill Dobson
Conseiller en technologie industrielle
Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)
Toronto, Ontario
Courriel : bill.dobson@nrc.ca

Dr. Larry Leonardi
Attaché de recherche
Institut de biodiagnostic
Centre national de recherches Canada
Winnipeg, Manitoba
Courriel : larry.leonardi@nrc.ca

Dr. Tim Salcudean
Professeur adjoint
Département de l'électrotechnique
University of British Columbia
Vancouver, British Columbia
Courriel : tims@ee.ubc.ca

Dre. Barbara Sawicka
Énergie atomique du Canada limitée
Laboratoires de Chalk River
Chalk River, Ontario
Courriel : sawickab@aecl.ca

Dr. Brian Wilson
Directeur du programme biomédicale
Photonics Research Ontario
Biomedical Facility
The Princess Margaret Hospital
Toronto, Ontario
Courriel : wilson@oci.utoronto.ca

ANNEXE

Modèle de document de travail sur les technologies de base

1. GROUPE DE TRAVAIL SUR LES TECHNOLOGIQUES :
Nom du GT.

2. TECHNOLOGIE DE BASE :
Nom de la technologie.

3. COTATION :
Cote attribuée à la technologie par rapport aux technologies examinées par les GT (ex. 3/5)

4. OBJECTIFS :
Les paramètres de rendement de la technologie :
- sont déterminés par les exigences des clients;
- devraient être définis quantitativement et qualitativement (sans divulguer des renseignements de nature exclusive);
- comprennent les aspects économiques (coût, etc.), temporels (améliorations de la durée du cycle, etc.) et physiques (réduction de la masse, etc.).

5. DESCRIPTION:
Brève description technique de la technologie.

6. IMPORTANCE:
- Pourquoi la technologie est-elle essentielle (p. ex. exigences réglementaires, exigences des clients, facteurs financiers et autres questions de compétitivité)?
- Quand la technologie est-elle requise?
- À qui la technologie est-elle essentielle?
- Que se produit-il si la technologie n'est pas disponible ou n'est pas adoptée?

7. EXIGENCES EN CLINIQUE :

- Quelles sont les exigences en clinique auxquelles la technologie doit satisfaire?

8. AUTRES POSSIBILITÉS :
- Autres technologies, solutions non technologiques, substitution des produits, etc.
- Chaque GT devrait être bien au fait des technologies examinées par les autres GT; de cette façon, il est possible d'établir des liens entre les technologies de remplacement ou rivales.

9. MATURITÉ ET RISQUE :
- Où en est la technologie aujourd'hui?
- Quelles ressources supplémentaires sont nécessaires pour fournir les produits requis au cours des quatre à dix prochaines années?
- Quels sont les risques liés à l'acquisition de ces ressources supplémentaires?

10. DISPONIBILITÉ :
La technologie est-elle actuellement disponible? Dans l'affirmative, où, comment, à quel prix, etc.?

11. ÉTENDUE D'APPLICATION :
- Dans quelle mesure la technologie peut-elle être diffusée?
- Dans quels secteurs de l'imagerie médicale au Canada?
- Dans quels autres secteurs industriels, etc.?

12. COLLABORATEURS :
Sources d'appui éventuelles pour l'élaboration ou l'acquisition et la mise en œuvre de la technologie. Exemples : CNRC, promoteurs travaillant avec les fournisseurs, etc.

13. ANALYSE COÛTS-AVANTAGES :
Les coûts pourraient comprendre les frais d'élaboration, d'acquisition et de mise en œuvre de la technologie. Les avantages sont fondés sur une évaluation de l'usage de la technologie procurant un avantage concurrentiel sur le marché.

14. RÉFÉRENCES :
Liste de documents pertinents.

15. PERSONNES-RESSOURCES:
Contacts pour obtenir de plus amples renseignements.

Page précédente Table des Matières

Date de diffusion : 2001-04-30
Auteur : Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Avis importants et exonération de responsabilité
Déclaration - Renseignements personnels

Canada
http://strategis.gc.ca